

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

На правах рукопису

Буяк Леся Михайлівна

УДК 519.866

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

**08.00.11 – Математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці**

Дисертація на здобуття наукового ступеня
доктора економічних наук

Науковий керівник
Григорків Василь Степанович
доктор фізико-математичних наук,
професор

Тернопіль – 2017

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	16
1.1. Становлення методології економічних досліджень.....	16
1.2. Закономірності та особливості розвитку соціально-економічних систем.....	25
1.3. Нові підходи до управління соціально-економічними системами з позицій еволюційної економічної теорії.....	32
1.4. Синергетичний підхід до управління соціально-економічними системами.....	42
Висновки до розділу 1.....	52
РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ.....	54
2.1. Загальні методи моделювання складних динамічних систем.....	54
2.2. Моделювання динаміки соціально-економічних систем.....	60
2.3. Соціально-економічна структура суспільства та її особливості в Україні.....	73
2.4. Деякі концептуальні аспекти моделювання економічної структури суспільства.....	83
Висновки до розділу 2.....	98
РОЗДІЛ 3 МУЛЬТИСТАБІЛЬНІСТЬ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ.....	96
3.1. Модель рівноважних економічних станів.....	100
3.2. Мультистабільність економічної системи, ідентифікована у полі купівельної спроможності й капіталозабезпечення.....	120
3.3. Вплив державного регулювання на перехідні економічні процеси...	126
Висновки до розділу 3.....	139

РОЗДІЛ 4 МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ НА РІЗНИХ РІВНЯХ ІЄРАРХІЇ.....	141
4.1. Модель економічної динаміки з урахуванням ринку землі.....	141
4.2. Моделювання економіки з урахуванням тіньового сектора.....	165
4.2.1. Модель взаємодії тіньового та легального секторів економіки...	165
4.2.2. Державний вплив на взаємодію легальної та тіньової економік..	182
4.3. Динамічна модель економіки з урахуванням економічної структури суспільства та екологізації виробництва.....	200
4.4. Макромодель коливання валютного курсу та його впливу на сучасний стан економіки України.....	218
4.5. Автоматизоване проектування програмного забезпечення математичних моделей динаміки економічних систем.....	231
Висновки до розділу 4.....	248
РОЗДІЛ 5 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ В ПЕРІОД СОЦІАЛЬНИХ ПОТЯСІНЬ.....	251
5.1. Модель динамічної взаємодії державного і приватного секторів економіки.....	251
5.2. Взаємодія виробничого і банківського секторів економіки.....	256
5.3. Модель динаміки економіки з урахуванням іпотечного ринку.....	287
5.4. Вексельне кредитування у низькопродуктивній економіці.....	299
5.5. Монопольне ціноутворення споживчих товарів.....	306
5.6. Динамічна модель економіки з урахуванням податкового навантаження.....	311
Висновки до розділу 5.....	322
РОЗДІЛ 6 ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ.....	324
6.1. Інтегрування господарства України в економіку Європи.....	324
6.1.1. Базова математична модель соціально-економічних процесів у державах Європейського Союзу.....	324
6.2. Математична модель національного господарства.....	332

6.3. Моделювання зміни економічної структури в процесі інтегрування економіки України	342
6.4. Імітаційна модель економіки України.....	355
6.4.1. Узагальнена модель економіки України.....	355
6.4.2. Залежність економічних процесів від окремих їхніх параметрів.....	365
6.4.3. Опис програмного забезпечення.....	373
Висновки до розділу 6.....	382
ВИСНОВКИ.....	385
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	391
ДОДАТКИ.....	408

ВСТУП

Актуальність теми. Починаючи з кінця ХХ ст., світова економіка вступила в тривалий період радикальних змін, глобальних криз і важливих інновацій. Посилилася хаотичність динаміки, економічна діяльність ускладнилася через погано прогнозовані результати. Тенденція глобалізації, легкість переміщення капіталів через кордони, інформатизація економіки та інші фактори істотно впливають на формування стосунків 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 нестабільність економічних процесів приводить 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 необхідні 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. Леонтьєва, 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. Кузнецов, 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 тінізації 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 ід 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 ad practical results: Materials of International scientific and practical conference (Bratislava, Slovak Republic, 15-18 march 2016); Konferencji Międzynarodowej 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.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СИСТЕМНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. Становлення методології економічних досліджень

Обґрунтування управлінських рішень – одна з актуальних завдань дослідження соціально-економічних процесів. Істотне ускладнення в ХХ столітті проблем управління сприяло розвитку методів їх аналізу. У результаті узагальнення накопиченого досвіду та розвитку науки склалася сучасна методологія дослідження соціально-економічних проблем як на мікро-, так і макрорівнях, що спирається на системний підхід. Використання принципу системності, без якого неможливе ефективне управління, передбачає, разом із змістовним аналізом досліджуваних процесів, застосування методу математичного моделювання.

Нагадаємо, що поняття моделі належить до основних понять науки, являючи собою певне відображення об'єктів (процесів) дослідження. Якщо модель і об'єкт моделювання мають деякі спільні властивості, то виникає можливість вивчення об'єкта на підставі дослідження властивостей відповідної моделі. Частинним типом моделей є математичні моделі, які відображають об'єкт (процес) за допомогою математичної символіки [6,7].

Застосування математичних моделей в соціально-економічних науках розвивалися паралельно з розвитком самої математики, а перші спроби побудови економіко-математичних моделей пов'язані з використанням фізичних аналогій при вивченні соціальних процесів у XVII-XVIII століттях, які заклали основу «соціальної фізики». Прийнято вважати, що математичне моделювання як метод аналізу макроекономічних процесів було вперше застосовано доктором Франсуа Кене, який в 1758 р. опублікував працю

«Економічна таблиця», у якій була зроблена перша спроба кількісно описати національну економіку.

Одне з перших логічно послідовних викладень математичної моделі економіки було виконано в книзі О. Курно «Дослідження математичних принципів теорії багатства», опублікованій у Франції в 1838 р. У цій праці кількісні методи були вперше використані для аналізу конкуренції на ринку товару у різних ринкових ситуаціях. Зокрема, побудована і досліджена динамічна модель дуополії.

У наступні роки відбувалася інтенсивна математизація економіки. Про значення методу математичного моделювання при дослідженні економічних процесів у другій половині XIX століття яскравіше свідчить такий факт: серед видатних економістів цього періоду «...тільки Кларк і Бем-Баверк зуміли зробити фундаментальний внесок в економічну теорію без використання або знання математики». М. Блауг.

Методологія математичного моделювання остаточно утвердилася в економіці до початку XX століття, коли зусиллями Л. Вальраса, В. Парето, Ф. Еджуорта класична економічна наука була переведена на математичну мову. Ведучи мову про класичну економіку, зазвичай мають на увазі праці вчених-економістів, які згідно з традицією, що походить від Д. Рікардо, досліджували питання загальної економічної рівноваги. Відзначимо, що, незалежно від рівня використання математичного апарату, економісти-класики В. Петі, Д. Рікардо та ін. і їх послідовники при обґрунтуванні теоретичних висновків застосовували системний підхід, чітко висловлюючи свої уявлення про причинно-наслідкові зв'язки між різними елементами конкурентної системи в цілому.

Кризові події кінця 20-х – початку 30-х років минулого століття сприяли дискретизації неокласичної теорії та висунули на перший план кейнсіанську макроекономічну концепцію.

Прийнято вважати, що на результатах Кейнса традиційна економічна теорія зробила крутий поворот з погляду передумов дослідження та

висновків про відсутність автоматичної тенденції до підтримання загальної економічної рівноваги при повній зайнятості ресурсів, що зумовлює необхідність проведення антициклічної державної економічної політики. Проведене ним обґрунтування необхідності державного втручання в економіку та значні успіхи такого втручання, що почалися у 30-ті рр. ХХ ст., різко загострили потребу в економічних дослідженнях.

Розширення використання математичних методів при дослідженні економічних процесів сприяло розвитку системного підходу. Наприклад, Л. Вальрас вважав, що всі соціальні явища – релігія, політика, економіка і духовне життя – тісно пов'язані між собою. Це відповідає сучасному розумінню того, що економіка є підсистемою цілісної системи соціально-економічних відносин, унаслідок чого вивчення власне економіки та прогноз траєкторії її розвитку на перспективу має спиратися на аналізі об'єкта більш загальної природи – соціально-економічної системи.

У цьому руслі розвивались усі напрямки економічної думки, в усьому іншому конкуруючі між собою: як крайні – неокейнсіанський (Р. Клауер, А. Лейонхуфвуд, Л. Клейн, П. Девідсон та ін.) і різні напрямки неоконсервативного (монетаризм – М. Фрідмен, А. Лейдлер, Е. Фелпс, та ін., теорія раціональних сподівань – Р. Лукас, Т. Саргент, Н. Уоллес та ін.), так і середня, яка отримала назву неокласичного синтезу (А. Хансен, Ф. Модільяні, П. Самуельсон, М. Фрідмен та ін.).

Успішні програми математики в економіці стимулювали застосування методу математичного моделювання і в інших суспільних науках. Наприклад, Ф. Еджуортом була опублікована книга «Математична психологія», а В. Парето – розроблені основи теорії еліт.

Питання об'єктивного аналізу соціально-економічних процесів завжди були в центрі уваги наукової громадськості. Незважаючи на відомі труднощі післяжовтневого періоду, економічна наука постійно розвивалася, а її результати стали надбанням світової культури. До них, перш за все, варто віднести аналіз моделі поведінки споживача Е. Слуцького; відкриття довгих хвиль в економіці

Н. Кондратьєвим; розробку першого балансу народного господарства СРСР у 1923-1924 рр., на основі якого побудована широко відома нині модель В. Леонтєєва; розвиток методів дослідження лінійних систем Л. Канторовичем. І в післявоєнні роки у провідних наукових центрах завдяки застосуванню методу математичного моделювання отримані значні результати в галузі дослідження соціально-економічних процесів. Наприклад, висновок про можливість «ядерної зими», отриманий під керівництвом М.М. Мойсєєва на основі обчислювальних експериментів. Цей результат дослідження відповідної математичної моделі зробив свого часу великий вплив на багатьох політиків в усьому світі.

На жаль, метод математичного моделювання соціально-економічних процесів до цих пір застосовувався у нашій країні переважно у наукових розробках, а рекомендації економічної науки часто просто ігнорувалися (і ігноруються) на всіх рівнях управління. Наприклад, аж до кінця 80-х років довгі хвили в економіці були в нашій країні забороненою темою, оскільки це не вписувалося в концепцію «неухильного зростання народного господарства» (показово, що перша монографія українською мовою С.М. Меньшикова і Л.А. Клименко, присвячена цьому питанню, вийшла у світ лише у 1988 р.[116]).

Як бачимо, поряд з суб'єктивними труднощами існують і цілком об'єктивні проблеми, що обмежують ефективність застосування методу математичного моделювання при аналізі соціально-економічних процесів. До них, перш за все, варто віднести виняткову різноманітність і різнорідність об'єктів моделювання, оскільки в цій галузі мають місце елементи керованості та випадковості, детермінованості й істотної неоднозначності, поєднання процесів технічного та соціального характеру.

Сказане викликає потребу у вивченні фахівцями-управлінцями методів теорії прийняття рішень, арсенал яких охоплює моделювання соціально-економічних процесів. Необхідність цього визначається тим, що проникнення кількісних методів у соціально-економічні науки – цілком закономірна

реальність, оскільки розвиток усіх наук відбувається фактично за єдиною схемою. Ця схема передбачає кілька етапів: описовий; упорядкування та систематизації накопиченої інформації; виявлення і встановлення зв'язків і співвідношень; «точний» період, у якому широко використовується метод математичного моделювання для аналізу різних об'єктів цієї науки.

Точними науками є математика і науки фізичного циклу (механіка, термодинаміка, електродинаміка, квантова механіка, хімічна фізика та ін). Усі інші науки більшою чи меншою мірою поки що відносяться до класу описових, хоча багато з них, у тому числі біологія, економіка і соціологія, досить широко використовують математичні методи аналізу (наприклад, в останні десятиліття в гуманітарних науках з'явилися математичні теорії розвитку культури, побудовано та досліджено математичні моделі мобілізації, циклічного розвитку соціокультурних процесів, модель взаємодії народу і уряду, модель гонки озброєнь та ін.).

Особливо відзначимо проблему побудови адекватних моделей при дослідженні соціально-економічних процесів, оскільки переважна більшість із них змінюється в часі, тому відповідні моделі, в принципі, динамічні. Незважаючи на більш ніж вікову історію застосування математичного моделювання в цій галузі, методика вивчення динамічних процесів практично не змінилася. Як і сто років тому, одним із головних методичних прийомів дослідження динаміки мікро-і макроекономічних процесів є використання гладких неперервних функцій і аналіз зсуву рівноважного розв'язку, викликаного зміною зовнішніх умов.

Властивість гладкості неперервних функцій забезпечує можливість використання апарату диференціального числення для аналізу соціально-економічних процесів. Останнє призвело до формування в економіці методологічного спрямування, що отримав назву «маржиналізм». Основу цього підходу складає аналіз диференціальних характеристик економічних показників граничних величин (граничної продуктивності, граничних витрат, граничного доходу, граничної корисності і т.д.), за допомогою яких робляться оцінки

збільшень відповідних економічних показників і визначаються оптимальні рішення. У своїй суті, такий підхід до аналізу динамічних процесів спирається на загальне положення, відповідно до якого розвиток будь-якої складної системи можна розглядати як зміну одного сталого, гармонійного стану іншим з коротким періодом переходу від одного до іншого. Однак аналіз економічної динаміки на основі дослідження оптимальних рівноважних квазістатичних моделей може виявитися помилковим, оскільки період нерівноважного розвитку багатьох економічних процесів часто буває занадто тривалим, щоб ним можна було знехтувати.

Чудово розуміючи значення дослідження економічних процесів у динаміці, А. Маршалл виправдовував використання квазістатичних моделей тим, що «наш аналіз усе ще перебуває в дитячому віці».

Важливого значення вивченню соціально-економічних процесів у динаміці надавав і Кондратьєв, який відкрив довгі хвилі в економіці. При цьому він особливо виділяв прогнози тенденцій соціально-економічних процесів, які характеризуються принциповою іррегулярністю, тобто протікають «без будь-якої певної правильності». У цьому випадку «...найбільше, що може дати наявне знання соціально-економічних закономірностей при іррегулярності – це встановлення тенденцій, що сприяють або, навпаки, не сприяють виникненню події. Але воно не може дати підстави для локалізації його в часі і просторі». Цим Н. Кондратьєв передбачав актуальність дослідження якісної поведінки моделей, які можуть виявити несподівані властивості досліджуваного процесу.

В останні роки отримали новий імпульс праці з аналізу динамічних (перехідних) процесів економіки на основі моделювання. При аналізі соціально-економічних систем, що розвиваються, великий практичний інтерес являє собою вивчення поведінки змінних моделі залежно від різних зовнішніх впливів і пов'язане з цим питання стійкості рівноважних рішень по відношенню до відповідних збурень, і, отже, по відношенню до незапланованих змін у режимі управління [85,118,137]. Результатом таких

досліджень є розробка своєчасних рекомендацій щодо запобігання виникнення невідповідностей у структурі даної системи, визначення моменту потрапляння системи в критичну область. Дослідження, економічних систем, що розвиваються, на стійкість дозволяє прогнозувати, наприклад, момент заміни старої технології на нову, сприяти виникненню нових технологій у рамках старих, впливати на хід науково-технічного прогресу.

Як якісний, так і формально-математичний аналіз розвитку систем може бути проведений у термінах синергетики – міждисциплінарної науки, що з'явилася порівняно недавно й досліджує загальні принципи еволюції та самоорганізації складних систем на основі нелінійних математичних моделей [2,148,149]. Самоорганізація, що є основним якісним поняттям синергетики, характерна для багатьох процесів розвитку. Головний акцент у синергетиці переноситься з взаємодії підсистем складних систем на зовнішні ефекти, що породжуються структурними змінами, які називаються синергетичними (кооперативними) ефектами.

Основною особливістю синергетичних ефектів є упорядкованість, цілеспрямованість поведінки складної системи при відносній хаотичності поведінки її окремих елементів (підсистем). Виявляється, що для країн, які розвиваються, характерні, з одного боку, стійкість структури, а з іншого – втрата стійкості, руйнування однієї структури і створення іншої стійкої структури. У результаті процес розвитку системи може бути представлений як послідовність еволюційної зміни її станів усередині циклу із стрибкоподібним переходом системи в кінці циклу на новий якісний рівень, що означає початок нового циклу. Суттєво, що гіперстійка система до розвитку не здатна, оскільки вона «гасить» будь-які відхилення від свого стійкого стану. Тому для розвитку – переходу в якісно новий стан – система повинна на якийсь час утратити стійкість. Наслідком циклічного розвитку є незворотність, яка полягає в неможливості переходу від новоствореної структури до старої зруйнованої структури [63,65]. Отже, «незворотність», як «стійкість» і «втрата стійкості», є характеристикою будь-якої системи, що розвивається.

До концепції структурної стійкості близька теорія біфуркацій, а також її сучасна популярна версія – теорія катастроф. Теорія катастроф описує як зміна параметрів нелінійної динамічної системи приводить до переміщення її з однієї області стійкого стану в іншу таку область. Останнє дуже важливо не тільки для аналізу технічних систем, а й для розуміння стійкості соціально-економічних процесів. У зв'язку з цим представляють інтерес висновки В.І. Арнольда про значення дослідження нелінійних моделей для управління. У книзі «Теорія катастроф», опублікованої в 1990 р., він, зокрема, пише: «...Нинішня перебудова багато в чому пояснюється тим, що почали діяти хоча б деякі механізми зворотного зв'язку (страх особистого знищення)». При цьому труднощі проблем перебудови В.І. Арнольд пов'язує з її нелінійністю, внаслідок чого звичні методи управління, при яких результати пропорційні зусиллям, тут перестають діяти, тому «треба виробляти специфічно нелінійну інтуїцію, засновану на часом парадоксальних висновках нелінійної теорії» [1].

Як бачимо, традиційний аналіз динамічних процесів економіки на основі квазістатичних моделей, навіть при прогнозуванні економічної динаміки, може служити лише початковою оцінкою впливу різних факторів на тенденцію розвитку. Це змушує шукати нові напрямки дослідження динамічних соціально-економічних процесів, до числа яких належить, зокрема, метод аналогії.

Застосування методу аналогії може виявитися дуже плідним у будь-якій науці: існує багато прикладів того, як наукові результати, отримані в одній області науки, давали поштовх для побудови наукових теорій в іншій і навіть впливали на світогляд. Як такий приклад наведемо наступний, вже майже хрестоматійний, факт: розроблена в передвоєнні роки Л.І. Мандельштамом (спільно з Н.Д. Папалексі) теорія нелінійних коливань не тільки пояснювала динаміку процесів у радіотехніці і акустиці, але й служила певною ідеологією, будучи основою погляду на навколишню дійсність. Правомірність використання такого роду аналогій визначається, мабуть, тим, що основний внесок синергетики в науку «пов'язаний із засвоєнням нелінійного погляду на

світ, формуванням нелінійного стилю мислення» (С.П. Курдюмов, Є.Н. Князева) [77].

Метод аналогії дозволяє перенести в область соціально-економічних наук багато ідей синергетики, що стосуються трактування ролі нестійкості та випадковості в процесах еволюції, які досліджуються за допомогою динамічних моделей.

Динамічні моделі, добре розроблені спочатку у фізиці, а потім у біології, на даний час все ширше використовуються в соціології та економіці. Вони мають багато спільного, хоч і зберігають специфічні особливості, характерні для кожної з цих наук. Оскільки головним об'єктом дослідження в математичній біології є популяції, розвиток яких пов'язаний з внутрішньовидовою і міжвидовою боротьбою (конкуренцією), то вже одне тільки це нашо вхує на думку про можливість побудови біологічних аналогій при аналізі деяких соціально-економічних процесів. Більш того, біологічні аналогії дали поштовх працям, з аналізу динамічних моделей економіки на стійкість. Дослідження цих моделей дозволило, наприклад, зробити висновок про принципове значення реакції економічних учасників на динаміку економічних процесів і стійкість рівноважних рішень. Виявилось, зокрема, що багато динамічних економічних моделей мають властивість циклічності, характерними рисами якої є «біфуркація подвоєння періоду», а також теоретично можливе виникнення так званого «детермінованого хаосу». До цих моделей відносяться деякі модифікації павутиноподібної моделі, моделі загальної рівноваги, макроекономічних моделей кейнсіанського типу та ін. [95].

У результаті зміни парадигми в даний час економіка розглядається як складна система, що розвивається, для кількісного опису якої застосовуються динамічні математичні моделі різного ступеня складності. Один із напрямків дослідження макроекономічної динаміки пов'язаний з побудовою й аналізом простих нелінійних імітаційних моделей, які відображають взаємодію різних підсистем – ринку праці, ринку товарів, фінансової системи, природного середовища та ін. [97].

Підкреслимо, що аналіз цих моделей став можливим багато в чому завдяки вдосконаленню обчислювальної техніки, яка, поряд із зростаючою складністю управлінських проблем, є потужним стимулом розвитку математичного моделювання соціально-економічних процесів.

1.2. Закономірності та особливості розвитку соціально-економічних систем

В економічній літературі існує декілька підходів до визначення поняття «соціально-економічна система». Дати точне визначення поняття досить складно, тому підходи різних дослідників залежать в основному від прийнятого ними рівня абстракції [113-114].

В одному випадку її характеризують як сукупність економічних відносин, що історично виникли, склалися в процесі виробництва, розподілу, обміну та споживання економічних благ. В іншому – як сукупність юридично закріплених норм, правил, принципів, що визначають характер взаємин між людьми. У третьому – соціально-економічна система – сукупність економічних відносин між господарськими суб'єктами, які здійснюють вибір способів оптимального використання обмежених ресурсів з метою задоволення індивідуальних і суспільних потреб. Кожне з визначень відбиває якусь одну зі сторін категорії, оскільки складність об'єкта не дає можливості дати його вичерпну характеристику якимось одним визначенням.

Соціально-економічна система, як і будь-яка інша система, характеризується такими рисами як цілісність, організованість, керованість, цілеспрямованість, відкритість. Цілісність означає органічну єдність і сумісність різних сторін та елементів системи, домінування в ній сукупності економічних відносин, що відбивають її глибинну суть. Єдність зумовлює взаємодію, взаємопроникнення та взаємозамінність елементів системи, забезпечує стійкість зв'язків між господарюючими суб'єктами. Усі елементи

системи не тільки організовані в єдиний економічний організм, а й субординовані за значущістю.

Соціально-економічна система охоплює багато відносно самостійних підсистем та їхні взаємозв'язки. За відтворювальною ознакою можна виділити підсистеми виробничих відносин, що складаються безпосередньо в процесі виробництва благ, їхнього розподілу, а також на стадіях обміну і споживання. Між підсистемами існує прямий (первинний) та зворотний взаємозв'язки. Розподіляти, обмінювати, споживати можна тільки те, що вироблено. Якщо не має потреби у благах, то вони не виробляються [60,117].

Керованість системи – це сукупність об'єктивних і суб'єктивних чинників, що забезпечують її рівновагу. Координація діяльності господарюючих суб'єктів може здійснюватися сукупністю ринкових механізмів, «невидимою рукою» ринку, а також свідомим впливом ринкових суб'єктів на економічні процеси з метою одержання бажаного результату. Проте свідомий вплив має підпорядкований, обмежений характер, здійснюється у вузьких межах, порушення яких у будь-який бік призводить до негативних наслідків для економіки й суспільства. Ось чому інформація про те, що, як, скільки і для чого виробляти, має в основному об'єктивний характер і дає змогу господарюючим суб'єктам приймати оптимальні рішення. Саме такий характер керованості притаманний ринковій системі [38].

Під цілеспрямованістю соціально-економічної системи мають на увазі чітке усвідомлення цілей, що ставить перед собою суспільство. Кінцева мета – вільний усебічний розвиток особистості. Соціальна спрямованість суспільного виробництва залишається головним напрямком розвитку економічної системи. Вона здебільшого залежить від того, наскільки рівномірно розподілена в суспільстві економічна влада, який діапазон майнового розподілу членів суспільства і соціальних груп, що є безпосереднім рушійним мотивом економічного зростання. Сукупність ознак забезпечує характер економічної системи, що самовідтворюється, тобто її

здатність самостійно підтримувати і розширювати свою життєдіяльність. У процесі історичного розвитку самовідтворювані системи охоплювали дедалі більші спільності людей: племена, громади, нації, інші сукупності населення. Людство вступає у такий етап розвитку, коли відтворення всіх необхідних елементів для виживання і розвитку життєдіяльності людей можливе лише в глобальному масштабі. Цілісність та взаємозалежність виходять за сучасних умов на рівень усього світового співтовариства [157].

В економічній теорії немає єдності поглядів на критерії та принципи виділення економічних систем. Це пояснюється, насамперед, їхньою розмаїтістю, кожна з яких характеризується специфікою історичних традицій, національних особливостей, рівнем розвитку продуктивних сил, політичних та економічних свобод, традицій, пов'язаних з формами власності, виробничої кооперації та ін.

Виділяються три основні моделі економічних систем: традиційна, центрально-керована, ринкова.

Ринок – це економічна система, і, як усяка система, вона характеризується цілісністю. Мається на увазі, що ринкові відносини охоплюють практично всі сфери життєдіяльності суспільства, хоча і не з однаковою інтенсивністю. Зовні хаотичний рух товарів і послуг, робочої сили і капіталів підпорядкований «залізним» законам ринкового господарства. Економічні процеси і на мікро-, і на макрорівнях піддаються внутрішньому впливу (через співвідношення попиту та пропозиції) та зовнішньому (регулююча роль держави) [60].

У ринковій економіці виділяються три головних чинники, три блоки, на яких ґрунтується система. По-перше, свобода вибору – свобода підприємництва; по-друге, конкуренція і вільне ціноутворення; по-третє, право власності.

Без конкуренції немає ринку, але й ніщо не загрожує так ринку, як конкуренція. Конкуренція має тенденцію до саморуйнування і переродження в монополію. Ринок руйнує сам себе, бо підриває вільне ціноутворення, яке визначає обсяг виробництва, співвідношення між попитом та пропозицією.

Без перебільшення можна твердити: головний закон ринку – закон цін. Ціни в ринковій економіці – наслідок зчеплення економічних рішень, крізь призму яких заломлюються переваги і потреби споживачів та виробників. Саме через ціну виявляються потреби індивіда і суспільства в основних товарах і послугах. Ціна у великій мірі визначає співвідношення попиту та пропозиції, інформує, подає сигнал до активних дій покупцям і продавцям, споживачам і виробникам [99].

Регулююча функція ринку ґрунтується на врахуванні платоспроможності ринкових суб'єктів. Відповідно до неї розподіляються обмежені ресурси в суспільстві, встановлюються рівноважні ціни, складається оптимальна структура виробництва та споживання. Стимулююча функція відповідно до законів ринку спрямовує діяльність ринкових суб'єктів на ефективне ведення своєї справи. А це означає раціональне використання ресурсів, упровадження інновацій, підвищення якості товарів і послуг. Усі функції не тільки взаємозалежні, але й переходять одна в одну, утворюють круговий причинно-наслідковий зв'язок [37].

Отже, ринок – специфічна форма взаємозв'язку самостійних, відокремлених суб'єктів ринкового господарства – виробників і споживачів, які приймають оптимальні рішення на свій страх і ризик.

Будь-яка економічна система функціонує в умовах фундаментального протиріччя, що виявляється в координатах: необмежені потреби – обмежені ресурси. Матеріальні, трудові, фінансові ресурси завжди в дефіциті. На ці запитання ринок дає відповіді в процесі ринкового кругообігу: суспільство – сукупність продавців і покупців. Праворуч – підприємці, ліворуч – домашні господарства. Перші виробляють споживчі товари, другі – чинники виробництва. Розподіл умовний, тому що домашні господарства поставляють на ринок переважно робочу силу (абстрагуємося щодо збережень, які за певних умов перетворюються в інвестиції).

Отже, короткий аналіз ринкової системи дозволяє дійти висновку: ринкова система має значні переваги. Свобода вибору забезпечує відкритість

системи, у якій природно визначаються суспільні потреби, встановлюється під впливом платоспроможних потреб відповідна їм структура виробництва, створюється необхідний обсяг товарів і послуг. Ринок робить усіх учасників ринку матеріально зацікавленими в найвищій продуктивності, тобто, стимулює використання досягнень науково-технічного прогресу. Ринок зводить воєдино ізольовані, самостійні рішення ринкових суб'єктів, відбираючи найбільш раціональні, ефективні рішення.

Ринок розв'язує основні проблеми економіки людини – звільняє її від дефіциту, дає можливість створити відносно забезпечений рівень життя. Однак ринок – необхідна, але все-таки недостатня умова для розвитку і процвітання суспільства. Більше того, ринок має й істотні недоліки.

По-перше, тенденція до монополії; по-друге, нав'язування непотрібних товарів робить систему марнотратною, що загострює екологічні проблеми; по-третє, диференціація доходів може перевищити оптимальний рівень, що породжує гострі соціальні катаклізми; і, по-четверте, ігнорування суспільних благ, орієнтація на індивіда позначається на стабільності системи. Ринок народжує й іншу небезпеку, пов'язану з екологією. Технології, що виснажують ресурси в умовах ринку, на жаль, не втрачають конкурентоспроможності в порівнянні з технологіями, які їх зберігають. Звідси – загроза повного виснаження ресурсів і руйнування навколишнього середовища, придатного для життя.

За специфікою розвитку всі країни, які за сучасних умов перебувають у процесі соціально-економічних і політичних перетворень, можна розподілити на три групи. У першій групі країн – розвинених – відбуваються глобальні зрушення системного характеру: вони переходять від індустріальної до постіндустріальної (інформаційної) цивілізації, у другій (країни, що розвиваються) – перетворення з аграрних на індустріально-аграрні країни, у третій (зокрема, в Україні) – радикальні перетворення економічної системи та системи господарювання.

Зазначені процеси на початку XXI ст. хоча і не однорідні за змістом, проте однотипні за своїм характером. Вони віддзеркалюють перехідний стан суспільства, для якого характерна докорінна перебудова всієї системи соціально-економічних відносин, а не тільки реформування економічної політики, законодавчої бази чи методів господарювання. Важливо, що матеріальною основою перехідних станів (а отже, і критеріями їх визначення) є, з одного боку, зміна домінуючого фактора виробництва, з іншого – зміна характеру відносин між людьми. Так, за умов переходу від аграрного до індустріального суспільства змінюється, відповідно, і домінуючий фактор: від землі він переходить до капіталу. А особисті, засновані на звичаях (традиціях) відносини аграрного суспільства трансформуються у ринкові, речові відносини, адекватні індустріальному суспільству.

У найбільш загальному вигляді під перехідністю розуміється процес якісних змін в основах того чи іншого суспільства, спрямованих на перехід до нового соціально-економічного ладу. Така дефініція відображає широкий підхід до визначення перехідності як загальної характерної риси сучасного розвитку людського суспільства [34].

Своєрідність перехідної економіки більш повно проявляється в її рисах, до яких відносять:

1) особливий характер неврівноваженості перехідної економіки. Справа у тому, що неврівноваженість як елемент розвитку характерна будь-якій економічній системі. Але в усталеній економічній системі неврівноваженість її функціонування є своєрідним засобом досягнення цією системою врівноваженого, стійкого стану. У перехідній же економіці її неврівноваженість має специфічний характер, оскільки переслідує іншу мету. Ця мета полягає не у поверненні економічної системи до попереднього, врівноваженого стану, а навпаки, у посиленні нестійкості існуючої системи, з тим щоб вона згодом поступилась місцем іншій економічній системі;

2) альтернативний характер перехідної економіки. Це означає, що перехідна економіка повинна обов'язково перейти до нового стану, якісно

відмінного від попереднього стану економіки. Таким чином, перехідність виключає повернення до тієї економіки, яка передувала перехідній;

3) особливий характер суперечностей у перехідній економіці. Визначальними, домінуючими виступають тут суперечності між новим (прогресивним) і старим (регресивним). Це і визначає особливість існуючих суперечностей: вони не є суперечностями функціонування, а виступають як суперечності розвитку;

4) наявність у перехідній економіці особливих – перехідних економічних форм. Ці форми, відображаючи своєрідний «проміжний» стан економіки, містять у собі відповідний симбіоз, поєднання в собі елементів як старого, так і нового.

Прогресивні тенденції розвитку української перехідної економіки пов'язані з формуванням соціально орієнтованої змішаної економіки. Соціальну орієнтацію належить розуміти не у вузькому, споживацькому, контексті, а як об'єктивний результат розвитку змішаної економіки [115].

Нестійкість перехідної економіки має закономірний характер, оскільки в її основі – конфлікт між новими і старими формами господарювання, що ускладнює реалізацію економічної політики в суспільстві і є основою гострих соціальних суперечностей. До останніх можна віднести: суперечність між механізмом ринкового саморегулювання і механізмом регулювання економіки з боку держави; суперечність між орієнтацією, з одного боку, на розвиток підприємницьких основ функціонування економіки, а з іншого боку – на її соціальну орієнтацію; суперечність між тенденцією формування відкритої економіки і необхідністю забезпечення економічної незалежності, захисту вітчизняного виробника.

Отже, сутність перехідного процесу в Україні полягає у побудові принципово нової економічної системи, основою якої є змішана економіка, що функціонує на ринкових засадах.

Україні, як і іншим постсоціалістичним країнам, потрібно було знайти свій спосіб економічних перетворень, відмінний від розвинених країн. Адже останні

формували сучасну економічну систему еволюційно, поступово переходячи від традиційного аграрного суспільства до індустріального та постіндустріального, що супроводжувалося промисловим переворотом, зокрема у виробництві засобів виробництва, яке стало матеріальною основою перетворення економічної сфери і суспільства загалом. Становлення індустріального суспільства відбувалося в умовах усупільнення виробництва і праці, зростання масштабів приватної власності, розвитку нових форм – акціонерної, монополістичної, державної, змішаної власності.

Україна вступила у перехідний період, будучи індустріально розвиненою країною з великомасштабним, деформованим виробництвом. Характерною особливістю економічної системи нашої країни на той час було існування державної форми власності і як результат – монополізм і відсутність конкурентного середовища в економіці. Це означало, що Україні, на відміну від розвинених країн, потрібно було йти зворотним (інверсійним) шляхом: від загального одержавлення власності до розвитку різних форм власності, від державної монополії до конкуренції, від директивного до вільного ціноутворення тощо. Роздержавлення, приватизація мали сприяти перетворенню авторитарно-бюрократичної системи на сучасну змішану.

Отже, сучасна економіка динамічна і нестійка. Вона має гостру потребу в дослідженні проблем економічної еволюції, у виявленні механізмів і факторів соціально-економічної стабільності та порядку для вироблення ефективних засобів регулювання і управління, що визначають сприятливі траєкторії економічного розвитку.

1.3. Нові підходи до управління соціально-економічними системами з позицій еволюційної економічної теорії

Зростаючий дисбаланс темпів соціальної, економічної та природної еволюції змушує переглянути традиційні методи регулювання, переоцінити значення існуючих закономірностей розвитку і активно розробляти нову

методологію управління розвитком економічних систем. Тому при розгляді проблем, що відносяться до управління якісними змінами в соціально-економічних системах, фахівці все частіше звертаються до нових галузей економічної теорії, таким як еволюційна економіка і теорія самоорганізації [120,123].

Еволюцію відносять до однієї з основних форм розвитку в природі і суспільстві. Вона відображає неперервну, поступову зміну та розвиток, виражається в адаптації об'єктів природи та суспільства. Ускладнення зовні проявляється у різноманітності, внутрішньо – в організованості.

В економіці еволюційною теорією називають відносно новий напрямок, початок якому було покладено роботами Й. Шумпетера [157,162]. Її основним завданням є дослідження нерегулярної хаотичної поведінки та розвитку нелінійних економічних систем, розширення можливості економічного моделювання та прогнозування економічної динаміки. Відомо, що багато загальних принципів еволюції можна віднести до різних систем і об'єктів, у тому числі економічних. Це і генерація (відновлення власної структури, порушеної зовнішнім впливом), і морфогенез, який супроводжується своєрідним «дефектом маси», що зумовлює більшу ефективність одних структур в порівнянні з іншими.

Еволюція складних систем постає як тривалий перехід від одного нестійкого стану до іншого. У таких системах замість стійкості і рівноваги виявляються еволюційні процеси, котрі призводять до ще більшої різноманітності і ускладнення структур [5, 75,77,78, 80,156].

За аналогією з дарвінтською концепцією еволюції в біології еволюція асоціюється з природним відбором, з неухильно зростаючою складністю, в економіці еволюція – це процес наростання різноманіття, складності, продуктивності виробництва, що відбувається за рахунок періодичних змін технологій, продуктів, організацій, інститутів. Економічна еволюція протікає в часі на всіх рівнях економіки, хоча і з різною швидкістю, її рушієм є конкуренція, її ресурсами – енергія, інформація та матеріали, які вона черпає

з навколишнього середовища. Проміжні еволюційні форми нестійкі. Вони не зберігаються, тому що еволюціонують до нових, більш стійких станів, тобто являють собою нежиттєздатні структури, які схильні до швидкого розпаду.

Напрямок економічної еволюції завжди визначається зростанням конкурентоспроможності, витісненням попередніх (менш конкурентоспроможних) форм і структур. При цьому, вчені виділяють два класи механізмів еволюції, дуже різних за своїм змістом і наслідками.

Перший клас таких механізмів можна умовно назвати механізмами адаптаційного (класичного) типу. Сюди відносяться, наприклад, дарвінівські механізми природного відбору. Під дією таких механізмів система не може швидко набути будь-які принципово нові, несподівані властивості. Вони породжують повільні зміни. Тому результати дії таких механізмів, наприклад, у соціально-економічних системах, можуть бути з великою точністю передбачені та запрогнозовані.

Другий клас механізмів – зовсім іншої природи. Під їх дією відбувається не поступове накопичення змін, а стрімка перебудова системи. Такі перебудови в системі трапляються в тих випадках, коли навантаження на систему і сукупні зміни починають перевершувати деякі граничні значення. Тоді її старий стан втрачає стійкість і система виходить на перетин кількох траєкторій еволюційного розвитку. У математиці і синергетиці такі точки розгалуження варіантів розвитку називаються точками біфуркації, а самі механізми, які виводять систему в стан невизначеності – біфуркаційними. Який з можливих каналів еволюції вибере економічна система, за якою траєкторією піде її розвиток після проходження точки біфуркації – передбачити заздалегідь не можна. Вибір траєкторії розвитку буде залежати від випадкових впливів на систему, які можуть бути і дуже незначними.

Еволюційні процеси в економічній системі, таким чином, йдуть в напрямку створення все більш складних структур шляхом інтеграції різних частин, що розвиваються, в різному темпі підсистем в еволюційні цілісності. У складних

структурах, таких як національна та регіональна економіка, завжди існує проблема когерентності. Під когерентністю прийнято розуміти узгодження темпів життя різних структур за допомогою дифузійних або дисипативних процесів, які є макроскопічними проявами хаосу. Для побудови ефективно діючої складної структури та формування раціональних механізмів управління нею, необхідно когерентно з'єднати всі структури і підсистеми усередині неї, синхронізувати темп їх еволюції. У результаті такої синхронізації підсистеми складної економічної системи починають функціонувати та розвиватися в одному темпі [5, 9,89, 97,161,162,170].

Отже, для підвищення керованості, стійкості та ефективності функціонування економіки, збільшення темпів її розвитку необхідно, щоб усі її найважливіші підсистеми, що знаходяться на різних стадіях розвитку, були приведені до єдиного темпу еволюції, синхронізовані, і були правильно топологічно організовані.

Розвиток соціально-економічних систем, як і інших складних систем, відбувається через процеси самоорганізації, що містять періодичні зміни фаз руйнування старих і виникнення нових структур (за рахунок дії позитивних зворотних зв'язків), а також їх закріплення та підтримання у порівняно стійкому стані (за рахунок негативних зворотних зв'язків).

Самоорганізація економічної системи – це процес випадкового структуроутворення, який являє собою протипагу загальній тенденції деструкції, тобто руйнування структур. Усе більш широким поширенням самоорганізаційних процесів обумовлена зміна парадигми управління економічними системами. Нова парадигма управління розглядає економіку як відкриту самоорганізаційну систему, що володіє емерджентними властивостями, для управління якої необхідно знання й застосування принципів еволюції і синергетики з метою продуктивного використання потенціалу самоорганізації. Фахівці вважають, що мистецтво управління складною економічною системою полягає у виявленні програми самоорганізації системи, ідентифікації її власної

внутрішньої програми і тенденцій розвитку за допомогою сучасних засобів соціально-економічного прогнозування та моделювання [66,70,84,96,121].

У даний час існує цілий арсенал сучасних управлінських технологій для розвитку самоорганізаційного потенціалу систем і суб'єктів. Сюди відносять еволюційний менеджмент, мережеве управління, матричні структури управління, корпоративна культура і корпоративні методи ведення господарства та інші. У політичній системі координат це звучить як розвиток суспільства, демократизація, подолання бюрократизму, розвиток місцевого самоврядування тощо.

У сучасній практиці здійснення економічних реформ спостерігається зосередження до організаційної складової, на відміну від самоорганізаційної, що породжує, на думку дослідників, безліч неадекватних реформаторських проектів і рішень в сфері регулювання соціально-економічних процесів. Для організаційних процесів характерна наявність керуючого суб'єкта, який ініціює структуротворчі процеси на підставі теорії раціональності за допомогою програм, регламентів, переговорів, організаційного контролю. Прагнення до формалізації, формального закріплення породжуваних структур – один з основних аспектів такої стратегії.

Для самоорганізаційних процесів характерні випадковість структурних утворень. Фахівці відзначають первинність і значно більш високий консолідуючий потенціал саме самоорганізаційної складової в процесах соціально-економічного упорядкування. Обидва зазначені процеси можна об'єднати і досліджувати в рамках єдиної концепції сучасного управління економікою, що припускає резонанс організаційних і самоорганізаційних процесів, їх узгодженість. У результаті чого економічна система може мати ефективну регуляцію і механізми зміни якості соціально-економічного розвитку [142,147].

Ринкова економіка – це система, що самоорганізується, здатна до самотрансформації за рахунок зміни своїх внутрішніх взаємозв'язків. Успішні компанії як елементи ринкової економіки також мають ті ж

властивості, що й економіка в цілому, вбудовуючись в зовнішнє середовище, що змінюється. Більш того, підприємець – новатор, що займається «творчим руйнуванням» (Й. Шумпетер), також постає як система, що самоорганізується. Як зазначає Є.Н. Князева: «Світ, наповнений процесами самоорганізації, – це світ, що живе власним життям структур-процесів». Ринкова економіка відноситься до даного класу систем [91,92].

Ринкова економіка є одночасно і структурою, і процесом. На нашу думку, ринкова економіка – це структура-процес, так само, як і багато явищ фізичного і біологічного світу. Вона постійно перебуває в динаміці. Те, що ми бачимо, як стаціонарний, стабільний, рівноважний стан, насправді лише квазі-стабільність, локальні процеси в умовах нелінійного середовища. Економіка постійно проходить ряд дискретних станів. Її елементи, у тому числі компанії, взаємодіють, вступають у відносини кооперації, конкуренції, перебудовуються, вступають в альянси і виходять з альянсів, тобто утворюють більші структури або розпадаються на більш дрібні, розоряються і зникають тощо [67].

Ринкова економіка – це нелінійний світ із закономірностями, які відрізняються від закономірностей, звичних для класичної науки. Компанії в ринковій економіці відкриті для спілкування з ринковим середовищем (ресурси), їх функціонування нелінійне. «Нова економіка» з її інформаційно насиченим середовищем, можливостями передачі величезних масивів інформації, взаємодій у реальному режимі часу у все більшій мірі проявляє риси системи, що самоорганізується [124,160].

Для таких систем найважливіше значення має біфуркаційний характер їх еволюції, який має на увазі, що система, розвиваючись випадково, накопичує нові властивості спочатку кількісно, а потім ймовірносним шляхом переходить в нову якість. Рівноважні, стійкі стани такої системи є тільки моментами в їх русі. Для них типові лавиноподібні процеси – зростання чи обвал, криза. Усе це призводить до наростання хаосу та

дисипації, ускладнення економічної системи, коли число взаємодій прямує до нескінченності.

Зазвичай у нас негативне ставлення до хаосу. Проте саме в хаосі нескінченновимірних нелінійних взаємодій учасників економічних процесів виявляються так звані структури-атрактори, які показують конкретну спрямованість еволюції тієї чи іншої ринкової системи. Хаосом на ринку представляється наявність можливостей, шансів, ідей як якогось аналога саморегульованого хаосу. Це необхідно для виходу компанії на один з аттракторів – відносно стабільну низку виробничих циклів та їх змін [101,122].

Хаос, заплутаність економічних взаємодій – це тільки проміжні стани системи. Підприємець-новатор покликаний вловлювати ці аттрактори. Звичайно, не виключені й власні його прагнення, ідеали і цілі. Але чим ближче вони до структур-аттрактора, тим більш успішними будуть компанії, тим ближче вони до експоненціального росту. Поблизу аттракторів можливі еволюційні режими із загостренням, тобто надшвидкого розвитку, коли за кінцевий час економічні параметри компанії зростають необмежено.

I. Пригожин підкреслює можливість спонтанного виникнення порядку і організації з безладдя та хаосу в результаті процесу самоорганізації. Він проводить відмінність між рівноважними, слабо нерівноважними і сильно нерівноважними системами. У станах, далеких від рівноваги, дуже слабкі обурення, або флуктуації, можуть посилюватися до гігантських хвиль, що проливає світло на усілякі процеси різкої (не поступової, не еволюційної) зміни. Тобто, у процесах самоорганізації відкритих нелінійних систем, якою є ринкова система, проявляється подвійна природа хаосу. Він конструктивний саме тому, що компанія виходить на аттрактор саме завдяки хаосу. Він руйнівний, тому що компанії квазістабільні [132,155].

Не слід думати, що хаотична основа ринкових механізмів є для компанії гарантом виходу на структури самоорганізації і структури-аттрактори. Самоорганізаційна ринкова економіка через механізми конкуренції нещадно видаляє слабкі компанії з тим, щоб вийти на

квазістабільний стійкий стан. У той же час в самоорганізуючій ринковій системі є й інші механізми виходу на успішне функціонування. По-перше, резонансні порушення, коли відбувається дублювання, клонування успішних структур (мережеві форми організації). По-друге, коеволюція, конвергенція різнорідних компаній, що знаходяться на різних стадіях розвитку, еволюціонують у різному темпі (кластери, субконтрактація та ін.). Зауважимо, що такі об'єднання мають принципово інший характер, ніж злиття і поглинання компаній. Ці об'єднання – аналог ринку. Сенсом їх об'єднання є синхронізація темпів їх еволюції. З цього приводу, як відзначають Є.Н. Князева і С.П. Курдюмов: «Сама топологічно правильна організація структур в єдину структуру призводить до того, що наближається момент загострення, максимального розвитку [78]. Ціле розвивається швидше від складових його частин. Вигідніше розвиватися разом, бо це пов'язано з економією матеріальних (зокрема, енергетичних) і духовних витрат. Причому кожен новий спосіб топологічно правильного об'єднання структур, виникнення кожного наступного (з великими показниками нелінійності) шару ієрархічної організації прискорює темп розвитку цілого та його складових частин».

Сьогодні у нашій країні відбувається суперечливий процес: з однієї сторони зростання ВВП, з іншої – очевидна деградація виробничого потенціалу. За таких початкових даних класичний підхід і використання екстраполяційного методу прогнозування майбутнього дають однозначну відповідь: це країна – «країна без майбутнього», «країна, відстала назавжди», «країна без креативного потенціалу» ...

Некласичний підхід (наприклад, заснований на положеннях економічної синергетики), не лише розкриває закономірності перебігу економічних катастроф а й передбачає і допускає варіанти «економічних проривів» – стрибкоподібних відхилень виробничих відносин. Для України життєво необхідний прискорений розвиток, який можливий, на базі формування позитивних синергетичних ефектів; за схемою формування біфуркаційних станів; за схемою когерентності та резонансу; за схемою автокатакліз і автоколивань; за схемою ланцюгових

реакцій і самоіндукції тощо. Економічна синергетика як нова ідеологія ринкових реформ вносить до наукових уявлень про напрямок розвитку українського ринку ідею його ускладнення як засобу становлення на основі розгортання базових системоутворюючих функцій фінансового капіталу. Рівновага на ринку визначається балансом попиту та пропозиції, доходів і витрат. Цей баланс змінюється з часом, наприклад розвитком науки і техніки. Розвиток відбувається, як і в живій природі, нерівномірно. На кожній стадії плавну еволюцію описуються по-різному (область «русел»). При описі кризових явищ (область «джокера») будується модель, що описує біфуркацію, перехід стрибком у новий стан. Тому економіка стає еволюційною.

У процесі розвитку, що складається з циклічно повторюваних стадій еволюції та стрибків, система постійно переходить зі стійкого стану до хиткого та навпаки. Структурна і функціональна стійкість формується у процесі адаптації системи до нових зовнішніх і внутрішніх умов, що змінилися в результаті катастрофи, і зберігається протягом більшої частини еволюційної стадії.

Коли зміни параметрів системи під впливом зовнішніх або внутрішніх флуктуацій перевищують її адаптаційні можливості, настає стан нестійкості (точка біфуркації), переломний для розвитку системи момент. Нестійкість часто виникає у відповідь на введення в систему нового компонента. У точці біфуркації нестійкість підсилюється через те, що в системах завжди присутні флуктуації, які гасяться у стійкому стані. Але в результаті нелінійних процесів, які виводять параметри системи за критичні значення, такі флуктуації підсилюються і можуть спричинити стрибкоподібний перехід до нового стійкого стану з меншою ентропією, після чого цикл «плавний розвиток-стрибок», «еволюція-революція», «стійкість-нестійкість» повторюється.

Отже, стійкість і нестійкість є однаково необхідними у процесі розвитку будь-якої системи. Абсолютно хитка система не може протистояти флуктуаціям, не здатна до адаптації і швидко руйнується. Проте надто стійка система, придушуючи будь-які флуктуації, консервує свою структуру й

поводження, тому не здатна змінитися якісно, вона позбавлена можливості розвитку, і її руйнування стає лише справою часу. Обидва типи систем приводять до хаосу, різниця між ними полягає в часі, що проходить до вибухового зростання ентропії.

Процеси самоорганізації в економічних системах реалізуються за допомогою механізму зворотних зв'язків. Якщо, скажімо, як кібернетичну систему розглядати підприємство, то флуктуації, що виникають під впливом зовнішнього середовища (зміни законодавства, зростання інфляції, коливання валютного курсу, динаміки відсоткових ставок, зміни ринкової кон'юнктури, зміни технологій, дії конкурентів тощо), можуть деякий час компенсуватись за допомогою механізму негативних зворотних зв'язків, і система, незважаючи на коливання (сукупного попиту, обсягів виробництва, ринкової позиції та частки ринку, рівня інвестицій, обсягів прибутку), повертається до стану динамічної рівноваги. Але з досягненням критичних значень збурювальних параметрів, за рахунок дії позитивних зворотних зв'язків, відбувається стрімке, лавиноподібне зростання флуктуацій. Вони охоплюють усю систему, усі її блоки – управління, виробництво, фінанси, збут, постачання, організацію праці тощо. Тоді система або руйнується, поглинаючись іншими системами, або переходить на іншу траєкторію розвитку. При цьому істотно змінюються її структура, внутрішні взаємозв'язки, цілі та параметри функціонування тощо [102,104].

Отже, паралельно із стохастичною інтерпретацією макроекономічних процесів розвивається альтернативний підхід, який причину невизначеності в економічній еволюції вбачає у принциповій нелінійності економічних процесів.

З вищесказаного випливає висновок про такі необхідні умови «запуску» механізмів самоорганізації в нашій економіці. По-перше, потрібен не тільки ринок товарів і послуг, а також ринки ідей – наукових, технічних, соціальних інновацій. По-друге, держава, не порушуючи ринкових взаємодій, має підтримувати швидкозростаючі компанії. І тоді ми незабаром станемо свідками «українського економічного дива».

1.4. Синергетичний підхід до управління соціально-економічними системами

Ідеали класичної науки визначалися чисто детерміністичним стилем мислення – простота, лінійність, виключення невизначеності та випадковості. Звідси і прагнення знайти однозначні динамічні закони, яким би підпорядковувалися всі явища дійсності, і тому випадковість і час були виключені з опису картини світу. Динамічна система – це модель реальної фізичної, хімічної, біологічної, соціальної чи будь-якої іншої системи. Для визначення динамічної системи потрібно задати параметри, які визначають її стан, і визначити правила (оператор еволюції), за якими можна визначити її стан в довільний момент часу.

У фізиці динамічні процеси найчастіше описують за допомогою систем диференціальних рівнянь. Кількість перших інтегралів збігається з кількістю незалежних динамічних змінних, що описують стан системи, які називаються ступенями свободи. Структура будь-якої системи характеризується розподілом енергії за внутрішніми ступенями свободи. У інтегрованих консервативних системах розподіл енергії або залишається незмінним, або періодично міняється, – тобто в інтегрованих системах не відбувається зміни структур, і система рано чи пізно повертається в початковий стан. Інакше кажучи, інтегровані консервативні системи не еволюціонують [43, 68].

В економічній науці аналогом поля сил, що задається в механіці Ньютона, є поведінкові реакції. Як і вибір сил, так і вибір поведінкових реакцій робиться на основі конкретних умов і містить якийсь гіпотетичний елемент. Аналогом дії у фізиці служать цільові функції в економіці. Можна зауважити, що підходи еквівалентні. Але це не означає, що результати моделювання повинні збігатися [40].

Періодичність суспільних подій пов'язують з циклічністю самої природи і людини, періодичною повторюваністю її потреб. В економіці, наприклад, відомо кілька ринків зі своєю динамікою, які схильні до різних

циклів. Так, річний цикл визначає сільськогосподарський або туристичний ринки, звідси сезонні розпродажі овочів, зерна, палива, путівок. Економічні моделі циклів ділової активності будувалися в 30-і роки (моделі Хансена-Самуельсона або Лундберг-Метцлера) і були лінійними, а для пояснення нерегулярності вводився зовнішній поштовх. Поява статистичних теорій (статистична механіка та фізика, теорія похибок вимірів, демографічні дослідження та ін.) змінювало стиль мислення на імовірнісний.

У наш час соціум явно втрачає звичні властивості стабільності, динамічної рівноваги, а темпи історичних змін неперервно зростають. Тому і сучасна теорія має потребу в концептуальному перетворенні, здатному розширити соціально-наукові можливості. До 70-х років стало очевидно, що статистичні залежності на ринках не підпорядковуються законам нормального розподілу Гауса і не піддаються моделюванню традиційними методами. В економічній літературі вже не говорять про прибуток як рушійну силу, існує багато публікацій, що підривають «закон попиту та пропозиції». Тому об'єктом соціальних досліджень повинні бути не тільки лінійні і рівноважні процеси, а й синергетичні, нелінійні метаморфози, які не співвідносні з ортодоксальними науковими підходами.

До зовнішнього управління ринком тепер закликає і Дж. Сорос. Він вбачить управління ринком у процесі глобалізації, системі узгодженої (когерентної) взаємодії всіх національних ринків [139]. Але в реальності близько 300 транснаціональних компаній контролюють більше 50% всього товарообігу.

Ще на одну проблему вказав у 1937 р. Р. Коуз у «Природі фірми» – ринок як інститут не може існувати без трансакцій, що визначаються як різниця між загальними витратами і виробничими (трансформаційними) витратами [170]. До трансакційних витрат додатково треба віднести всю тіньову економіку і витрати опортуністичної поведінки. Ці витрати стрімко ростуть, і роблять ринок надзвичайно дорогим. За визначенням Д. Норта, Нобелівського лауреата в галузі економіки, обсяг трансакційних витрат в

ринковій системі США досягає 40% ВВП, а в найбільших корпораціях 50% обсягу продаж [76]. Це означає надування «трансакційного міхура» до критичних розмірів найбільш «досконалої» ринкової економіки США, і різке зниження ефективності ринкової системи, яка сприймається як коефіцієнт корисної дії системи, як відношення корисного ефекту до витрат на його реалізацію, аж до прямування до нуля. Так ринок сам породив свого «могильника». Імовірно, у зв'язку з цими проблемами Везі запропонував (1991) гіпотезу когерентного ринку [173]. У квантовій фізиці теорія когерентних процесів описує упорядковану і взаємоузгоджену поведінку багатьох різнорідних елементів системи. З проявом когерентності пов'язані процеси самоорганізації, що виникають у суттєво нелінійних системах [133].

Існують, крім синергетики, і інші напрямки науки про складні системи та явище самоорганізації: теорія детермінованого хаосу, теорія дисипативних структур, теорія фракталів, теорія катастроф, сучасна теорія складності, теорія самоорганізованої критичності та інші.

Синергетика спирається на подібність математичних моделей, ігноруючи різну природу описуваних ними систем. Її поняття роблять синергетичний підхід універсальним. Так, для опису соціально-економічних систем важливо зменшити число параметрів, необхідних для моделювання. Зазвичай при «стисненні» інформації її частина втрачається. У синергетиці можна визначити так звані параметри порядку розвитку, і шляхом переходу до них від змінних або параметрів стану на основі принципу підпорядкування, здійснити стиснення інформації про модельований об'єкт без її втрат. При цьому параметри порядку в свою чергу є функціями параметрів стану (принцип кругової причинності). Структури, що виникають (так звані структури-атрактори), описуються достатньо просто в порівнянні зі складним (заплутаним, хаотичним, несталім) ходом проміжних процесів у середовищі. Оборотно стиснення інформації, здійснюване при переході від численних параметрів стану до нечисленних параметрів порядку, дозволяє, обминаючи деталі, описувати й розуміти емергентні властивості і

самоорганізацію цілого. Це особливо важливо у випадку таких складних систем, як культурні, соціальні, економічні тощо, – де далеко не всі деталі відомі та зрозумілі. Як підкреслюють Є.Н. Князева і С.П. Курдюмов [80], з'являється можливість прогнозування виходячи: 1) «з цілей» процесів (структур-атракторів); 2) «від цілого», виходячи із загальних тенденцій розгортання процесів в цілісних системах (середовищах); 3) з ідеалу, бажаного людиною і узгодженого з власними тенденціями розвитку процесів у середовищах.

У соціально-економічних системах не слід чекати плавного і стійкого шляху розвитку. Завдяки зростанню народонаселення Землі в режимі з загостренням зростає загальна та локальна нестійкість розвитку. Перед лицем глобальних небезпек (екологічна катастрофа, падіння астероїдів, тероризм, ядерний катаклізм) світ перетворюється в єдине взаємопов'язане ціле. Зростання із загостренням народонаселення світу, досліджене у працях С.П. Капіци [71], визначає сучасну стадію цивілізаційного розвитку: прискорення світових процесів, зростаючу нестабільність, можливі катастрофічні ситуації, що загрожують світу.

Логіка самоорганізації суспільного процесу відображає єдність інститутів культури, політики і економіки, стає провідною ідеєю людського взаєморозуміння та суспільного розвитку. Тому синергетична модель ринку враховує багатоваріантність розвитку ринкових систем, неминучість проходження ними багатьох точок біфуркацій. Але зазвичай недооцінюють альтернативність шляхів розвитку, неоднозначність майбутнього, фактори детермінації еволюційних процесів, конструктивність хаотичного початку, роль швидкоплинних процесів у розвитку складного та багато іншого. Соціально-економічні системи, як і будь-які складні системи, мають кілька альтернативних шляхів еволюції, що визначаються спектрами структур-аттракторів соціальних середовищ як середовищ відкритих і нелінійних. Вибір траєкторії майбутнього неоднозначний, але «коридор можливостей» еволюції досить вузький і чіткий. Спектр можливостей не суцільний. Це означає існування моментів нестійкості,

пов'язаних з вибором шляхів подальшого розвитку, а також особливу роль людини в нелінійних ситуаціях розгалуження шляхів і вибору бажаного, сприятливого шляху розвитку [119,136].

Тепер методами синергетики займаються багато наукових шкіл. Група під керівництвом В. Ебелінга з університету ім. В. Гумбольдта (Берлін), наприклад, отримала цікаві результати в моделюванні нелінійної динаміки інновацій у науці. Група під керівництвом Чернавського Д.С. (ФІАН РАН) – проблеми і перспективи обробної промисловості та безпеки Росії. Кілька груп вчених в ІПМ РАН під керівництвом Курдюмова С.П., Малінецкого Г.Г. та ін (Саратов) – демографія, освіта, безпека – «русла» і «джокер». У США створений спеціальний науковий інститут, який займається проблемами складності. Побудована теорія самоорганізованої критичності. Процеси мислення вивчають у науковій школі Хакена (Штуттгарт). Розробляється фізична економіка чи економічна синергетика. Перший термін запропонував відомий економіст, творець так званої рейганоміки, Л. Ларуш, розуміючи під ним економіку, побудовану на методологічних засадах точних і природничих наук.

На сучасному етапі предметом вивчення синергетики (або новітньої загальнонаукової теорії самоорганізації) є дослідження законів та закономірностей глобальної еволюції довільних відкритих, складних, нерівноважних систем, головною рисою яких є нестійкість, нерівноважність і нелінійність. До таких систем належать і сучасні соціальні та економічні системи [43].

Синергетику можна розглядати як сучасний етап розвитку ідей кібернетики та системних досліджень. Кібернетика та різноманітні напрямки загальної теорії систем вивчають процеси підтримання рівноваги (гомеостазису) у системах за рахунок зворотних зв'язків, а також процеси управління системами. На відміну від кібернетики синергетика досліджує принципово нерівноважні системи, тобто системи, що перебувають у стані, далекому від рівноважного, та принципово нелінійні процеси еволюції систем. Тобто такі процеси, коли за певних умов внутрішні або зовнішні збурення

можуть призвести систему до принципово нових станів, до виникнення нових стійких структур. Тому основними математичними моделями дослідження в синергетиці є нелінійні диференціальні рівняння, у яких акцент робиться не на процесах управління та обміну інформацією, а на принципах побудови організації, розвитку та самоускладнення.

Сутність синергетичного підходу до ефективного управління системами полягає в тому, що він орієнтований не на цілі та сподівання суб'єкта управлінської діяльності, а на те, що притаманне саме системі, тобто на її власні закони еволюції та самоорганізації. При цьому увага приділяється погодженості управлінського впливу із тенденціями динаміки нелінійної системи [68,78,91,95,103,174].

Синергетику визначають як науку про самоорганізацію. Тут діють явища і процеси, в результаті яких у системи можуть з'явитися нові властивості, якими не володіє жодна з її частин. Виділимо коротко її основні риси [100,141,148,149]: відкритість систем; нелінійність середовищ, у яких ці системи існують; саморганізація структур; еволюція систем і неоднозначність шляхів їх розвитку, започаткованих у точках біфуркації; порядок через флуктуації; наявність катастрофічних змін внаслідок малих випадкових впливів.

Розглянемо ці властивості синергетичних систем детальніше [149].

Відкритість

Щоб система була самоорганізована і, отже, мала можливість прогресивно розвиватися, вона повинна відповідати таким вимогам: по-перше, система має бути відкритою, тобто обмінюватися з середовищем речовиною, енергією або інформацією; по-друге, процеси, що відбуваються в ній, повинні бути кооперативними (корпоративними), тобто дії її компонентів повинні бути узгоджені; по-третє, система повинна бути динамічною; по-четверте, перебувати далеко від стану рівноваги. Усі ці ознаки характеризують відкриту динамічну систему, здатну до самоорганізації.

Поняття відкритої системи зрозуміліше в порівнянні з закритою системою. Головною властивістю останньої є наявність рівноважного стану, при якому макроскопічні параметри залишаються незмінними і закрита система зберігає сталу структуру, функціонування, параметри входу і виходу. Тривалий час у стані рівноваги можуть перебувати лише закриті системи. Рівноважні системи не здатні до розвитку і самоорганізації, оскільки не дозволяють відхилення від свого стаціонарного стану, тоді як розвиток і самоорганізація припускають його якісні зміни.

У закритих системах поступово зростає ентропія (хаос, неупорядкованість), що впливає з Другого начала термодинаміки. Зупинити нарощування ентропії може лише процес взаємодії із зовнішнім середовищем. Абсолютно закритих (як і абсолютно відкритих) систем не існує.

Відкритим системам притаманні нерівноважність і циклічність як загальні форми організації матерії, що виникають під впливом зовнішнього середовища. Для підтримки нерівноважності система має потребу в тому, щоб з середовища в неї вступав потік відємної ентропії за величиною, що дорівнює внутрішньому виникненню ентропії. Відкритість – необхідна, але не достатня умова для самоорганізації системи. Система для самоорганізації повинна бути ще й нелінійною.

Нелінійність

Нелінійними називають такі системи будь-якої природи, у яких динамічні змінні, вхідні й вихідні величини або інші параметри пов'язані нелінійними залежностями (нелінійними алгебричними, диференціальними рівняннями, іншими нелінійними математичними співвідношеннями). Нелінійність динамічних систем проявляється у складності їхньої динамічної поведінки, складності зв'язків між параметрами та різноманітними характеристиками.

Для деяких класів нелінійних рівнянь вдалося встановити, що розвинена стадія процесів призводить до виникнення структур різних типів, які описуються

так званими інваріантно-груповими розв'язками. У них простір і час не вільні, а пов'язані інваріантами.

Розроблено математичний апарат, що дозволяє для простого класу нелінійних моделей передбачити спектр власних функцій і способи ініціалізації їх у даному середовищі.

Атрактор

Кінцеву область притягання, до якої неминуче збігаються фазові траєкторії руху складної системи називають у синергетиці атрактором. Як атрактор може виступати або точка (стійкий фокус), або інше більш складне утворення. Існують дивні атрактори, коли траєкторії системи довільні і блукання всередині певної області не піддаються регулярному опису.

Основними типами атракторів є стійкі граничні точки, стійкі цикли (траєкторія прагне до деякої замкненої кривої) і нестійкі граничні цикли (до поверхні яких наближається траєкторія). Рух точки в таких випадках має періодичний або квазіперіодичний характер.

Існують також характерні тільки для дисипативних систем так звані дивні атрактори, які, на відміну від звичайних не є підобразами фазового простору (у той час як точка, цикл, тор, гіпертор – є) і рух точки на цьому просторі є нестійким, а будь-які дві траєкторії на ньому завжди розходяться. При цьому мала зміна початкових даних призводить до різних шляхів розвитку. Іншими словами, динаміка систем із дивними атракторами хаотична.

Є. Князева і С. Курдюмов називають атрактором ті реальні структури у відкритих нелінійних середовищах, на які виходять процеси еволюції в результаті загасання в них перехідних процесів. Підкреслюючи це, вони вводять поняття "структура-атрактор". При цьому стверджують, що якщо система потрапляє в поле притягання певного атрактора, то вона неминуче еволюціонує до цього відносно стійкого стану (структури) [78]. Інакше кажучи, майбутній стан системи ніби притягує, організовує, формує, змінює наявний її стан.

Будь-яка самоорганізована цілісна система має свій власний атрактор – стан, що вона разом із середовищем формує і якого вона могла б досягти, якщо б всі початкові умови зовнішнього і внутрішнього середовища були б абсолютно постійними протягом всього часу руху системи до своєї мети. У природних умовах в системах на шляху до атрактора відбуваються деякі випадкові або цілком певні події, які змінюють атрактор – атрактивна мета. Атрактивна мета стає також «дивною» як атрактор (область притягання квазіперіодичних траєкторій). Вона змінює свої координати не тільки за часом, але й у просторі. Атрактори характеризуються зображеннями у фазовому просторі (просторі станів системи, що не залежать від часу) – «фазовими портретами». Геометрично це множина точок, до якої наближається траєкторія після загасання перехідних процесів.

Дослідження динамічних систем у поняттях атракторів дозволяє осмислити явища передбачуваності і принципової непередбачуваності, дає розуміння імовірнісної, хаотичної поведінки систем, зумовленої самою природою нелінійних систем.

Флуктуація

Флуктуація – випадкове відхилення системи від її закономірного стану. Флуктуації в самоорганізації виступають основним фактором у становленні, функціонуванні, розвитку і неминучої загибелі будь-якої організації. Флуктуації створюють неоднорідності в тому чи іншому середовищі. Такі неоднорідності можуть стати «зародком», осередком для породження фракталів, атракторів та інших синергетичних феноменів у соціальних процесах.

У синергетиці флуктуації або незначні, випадкові збурення в системі, відіграють потрійну роль. По-перше, вони можуть виступати як нейтральний фон, що не вносить у систему помітних відхилень. Навіть велика флуктуація, якщо вона не перевищила деякого порогового значення, гаситься усією рештою маси «спокійних» рухів у динамічній системі. По-друге, флуктуації можуть відігравати роль «зародка» нового стану: за сприятливих умов

окрема флуктуація здатна викликати збільшення околу неоднорідності, кумулятивне посилення збурення, наслідком чого може бути зміна стану всієї системи. Якщо перевищено поріг чутливості системи, вплив окремої флуктуації робиться відчутним і здатним за сприятливих обставин «розгойдати» систему і «скинути» її наявний стан. По-третє, флуктуація може відігравати роль «останньої краплі», яка переводить систему через «крайню межу» коли система, вже досягла високого ступеня нерівноважності і нестабільності, потенційно готова до стрибка, миттєво ініціюється виникненням збурення. Це явище називають феноменом самоорганізованої критичності.

Біфуркація

Дисипативні структури проявляють характерну властивість: у станах нестійкості вони можуть виявитися чутливими до найменших випадкових відхилень в середовищі. Під біфуркацією розуміють стан, з якого система може вийти двома або більшою кількістю різних шляхів, а вибір одного з них може залежати від флуктуаційної зміни одного або декількох параметрів, котрі впливають на систему.

Чим більш нестійка система, чим ближче вона до моменту загострення або до точки біфуркації, тим більш чутливою вона робиться до зовнішніх впливів. Ефект розростання, посилення флуктуації означає, що в нелінійних системах малі причини можуть породжувати великі наслідки.

Нерівноважності і нестабільність системи, наявність у ній точок біфуркацій далеко не завжди приводять до її руйнування. Дуже часто, особливо на високому рівні організації, розгалуження шляхів еволюції та можливість спонтанної зміни режимів функціонування відіграє для системи конструктивну роль. Чим більше у системи ступенів свободи, тим більше вона здатна до самовдосконалення і самоускладнення, підвищення рівня впорядкованості. У цьому і виражається значення формули «порядок через хаос».

Отже, визначальною умовою для забезпечення оптимальної поведінки складних економічних систем є саме наявність нерівноважних станів і процесів самоорганізації. Нерівновага дає змогу здійснювати вільний вибір варіанту подальшого розвитку з цілого спектра можливих напрямків. Якщо рівноважний стан є необхідною умовою для стаціонарного існування економічних систем, то нерівноважний стан являє собою перехід до якісно нового стану, в якому економічна система може здобути більш високий рівень організації та продуктивності. Тільки тоді, коли економічна система втрачає функціональну стійкість, виникають самоорганізаційні процеси формування нових ефективних структур. В нових умовах функціонування економічна система проходить свої рівноважні стани як проміжні етапи на траєкторіях нерівноважної самоорганізації. Так, у періоди нестабільності можуть спонтанно виникати паралельні неформальні структури, наприклад відпрацьовані схеми ухилення від податків, спрямування фінансових потоків в офшорні зони, неплатежі постачальникам, бартерні схеми розрахунків, виплати заробітної платні «чорною» готівкою тощо. За певних умов вони можуть бути досить стійкими, що свідчить про стихійний вихід системи на не оптимальну щодо економічної ефективності траєкторію розвитку.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано сучасні тенденції розвитку економічної теорії, економічного аналізу та проблем управління економічними системами. Визначено ключові характеристики розвитку економічної системи як складної системи, що розвивається. Виявлено, що сучасна економіка України, яка знаходиться в умовах трансформації структури і механізмів функціонування, характеризується складною нелінійною динамікою. Обґрунтовано необхідність застосування методів математичного моделювання для підвищення ефективності управління економічними системами різного рівня, які дозволяють адекватно відобразити нелінійні

процеси, які протікають у цих системах, що зумовлює необхідність розробки нелінійних моделей складних економічних систем.

2. Систематизовано закономірності та особливості розвитку соціально-економічних систем. В результаті чого встановлено, що сучасна економіка динамічна і нестійка, розглядається як відкрита самоорганізаційна система, головною рисою якої є нестійкість, нерівноважність та нелінійність. Вона має гостру потребу в дослідженні проблем економічної еволюції та синергетики з метою продуктивного використання потенціалу самоорганізації, у виявленні механізмів і факторів соціально-економічної стабільності і порядку для вироблення ефективних засобів регулювання і управління, що визначають сприятливі траєкторії економічного розвитку.

3. На основі узагальнення загальнонаукових підходів до дослідження складних динамічних систем розроблено структуру методології моделювання економічної динаміки, що являє собою впорядковану, структуровану й організовану сукупність принципів, концепцій, інструментів, засобів і методів моделювання, що служать для опису, аналізу й управління поведінкою економічних систем, а також стійкістю цієї поведінки. Запропонована структура методології дозволяє здійснювати вибір засобів, методів й інструментів для моделювання економічних процесів з урахуванням базових принципів і концепцій економічної динаміки.

4. На основі аналізу базових категорій уточнено категоріальний апарат моделювання економічної динаміки й дано авторські визначення економічної динаміки, методології моделювання економічної динаміки, комплексної моделі економічної динаміки, які склали понятійний базис дослідження.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

2.1. Загальні методи моделювання складних динамічних систем

При створенні логіко-математичних моделей соціально-економічних процесів (СЕР) виникає багато труднощів, оскільки моделювання соціодинаміки – одне з найбільш складних наукових завдань. Основними причинами труднощів є багатопараметричність, динамічна нестійкість соціальних процесів, їх багаторівневність і різномасштабність, слабка формалізація багатьох параметрів («соціальна активність», «конформізм»), необхідність врахування соціально-психологічних факторів (співвідношення особистих і групових інтересів, особливості індивідуальної та національної психології при прийнятті рішень), слабка передбачуваність «людського фактора» та інші.

З погляду логіко-математичного моделювання соціально-економічні системи належать до широкого класу багатокomпонентних нелінійних динамічних систем розподіленого типу. Такі системи вивчаються у фізиці, хімічній кінетиці, фізичній географії, екології, популяційній динаміці, біології, інформатиці тощо [2,38,39,40,44,87,88]. До теперішнього часу отримано багато результатів, що дозволяють зрозуміти базові, найбільш загальні властивості подібних систем і – незважаючи на відмінності – прогнозувати особливості їх поведінки в різних умовах. Проведемо аналіз загальних методів моделювання складних динамічних систем та отриманих у ході моделювання результатів.

Традиційно розглядаються два основні аспекти динаміки складних систем:

- самоорганізація і формування стійких структур у відкритих нелінійних системах;

- еволюційні процеси і фазові переходи в складних системах.

У першому випадку умови зовнішнього середовища вважаються постійними і завдання полягає у виявленні закономірностей утворення структур і у визначенні їх властивостей. Результатом дослідження є визначення набору структур, існування яких можливо в заданих умовах, а також областей стійкості структур у фазовому просторі системи.

У другому випадку умови зовнішнього середовища вже не вважаються постійними. При цьому зміни можуть мати як екзогенну причину, так і ендогенну, тобто бути наслідком зворотного впливу системи на середовище існування. Зміна умов функціонування через деякий час призводить до втрати стійкості існуючих структур. В історії це проявляється в тому, що при цьому виникають нестійкості, які породжують динамічний процес переформування системи і виникнення нових упорядкованих структур. Чергування періодів відносної стабільності та динамічних переходів (криз) складають суть еволюційних процесів, притаманних нелінійним відкритим систем, при цьому періодично виникаючі кризи завжди призводять до нових циклів самоорганізації.

Моделювання динаміки нелінійних систем базується на основі використання диференціальних рівнянь багатьох змінних [7,135], різницевих рівнянь [130], математичного апарату клітинних автоматів [39], математичного апарату теорії катастроф [1], математичного апарату теорії самоорганізованої критичності [135], стохастичних диференціальних рівнянь Ланжевена і Стратоновича [93,145], аналізу систем з хаосом та реконструкції стійких станів (атракторів) за тимчасовими рядами [136-137].

Найчастіше для моделювання складних систем використовуються диференціальні рівняння, що описують динаміку зміни фазових змінних розглянутої системи. Як правило, ці рівняння мають вигляд:

$$\frac{dx}{dt} = f(x, a, t), \quad (2.1)$$

де $x=(x_1, \dots, x_n)$ – вектор залежних змінних, що характеризують стан соціально-економічної системи; $\frac{dx}{dt}$ – швидкість зміни змінних x , t – час; $f(x, a, t)$ – вектор-функція (в загальному випадку нелінійна), що відображає зміну цих змінних в часі, a – вектор параметрів системи, в загальному випадку залежить від часу.

Розв'язок рівнянь (2.1) $X(a, t)$ зазвичай представляють у вигляді траєкторій у фазовому просторі системи.

Аналіз фазових траєкторій дозволяє зробити висновок про характер еволюції системи, визначати області її детермінованої поведінки і області біфуркацій (тобто області параметрів, при яких виникає нестійкість і відбувається зміна кількості та виду розв'язків системи (2.1) [105,110]). Як правило, перехід від стійкого до нестійкого стану і навпаки відбувається при зміні якого-небудь з параметрів a_i системи (2.1). У цьому випадку даний параметр називається параметром порядку. За допомогою зменшення (або збільшення) значень параметрів порядку можна впливати на поведінку системи, на зміну її стану. Отже, опис динаміки складної системи за допомогою можливих траєкторій в просторі фазових змінних дозволяє досліджувати особливості її поведінки при різних зовнішніх умовах і при різних керуючих впливах.

Наявний досвід вивчення та моделювання складних динамічних систем різної природи показує, що їм притаманні такі особливості:

- складні динамічні системи часто мають один або кілька стійких станів (атракторів), в одному з яких вони рано чи пізно виявляються. При цьому їх еволюція залежить не стільки від початкових умов, скільки від особливостей топології фазового простору і структури наявних атракторів. Відповідно, шляхи еволюції не довільні, але дискретні: можливий лише певний набір шляхів, що відповідає наявним структурам-атракторам;

- перехід з одного стійкого стану в інший не може відбутися мимовільно. Для цього необхідна або зміна зовнішніх умов чи властивостей системи (тобто зміна структури фазового простору), або цілеспрямовані зусилля «виштовхування» системи з наявного стійкого стану і переведення її в область іншого атрактора. При цьому нелінійні системи володіють порогом чутливості. Вплив на них з інтенсивністю нижче деякого порогового значення не приводять до бажаних результатів – система знову повертається до свого попереднього стійкого стану. Якщо ж вплив перевищуватиме цей показник, то система втрачає стійкість, відбувається зміна її структури з подальшим виходом на новий стійкий стан-атрактор;

- перехід системи від одного стану до іншого відбувається через хаос – через посилення ролі флуктуацій при одночасному зниженні інтенсивності попередніх структуроутворюючих процесів.

У періоди криз виникає можливість багатоваріантного розвитку. Тоді система найбільш вразлива до зовнішніх впливів, які – навіть маючи слабку інтенсивність – можуть відіграти вирішальну роль у подальшому розвитку подій;

- у періоди криз хаос, взагалі кажучи, відіграє конструктивну роль. В умовах хаосу виникає первинний набір різних варіантів подальшого розвитку і можливих структур. Система ієрархується і починає діяти як єдине ціле.

Роль нелінійних математичних моделей в дослідженні соціальних і економічних процесів в останній час істотно зросла. Для цього є декілька причин. По-перше, нагромаджено великий позитивний досвід моделювання складних систем, що розвиваються в фізиці, хімії, біології, медицині і екології. Сформульовані основні принципи побудови і дослідження моделей в достатньо загальній формі. Їх можна використовувати стосовно до будь-якої системи, яка розвивається. Один із таких принципів – простота моделі, що описує основні якісні властивості явища.

Найбільш простими є так звані базові моделі, які не претендують на детальний опис процесу, але дають якісну картину поведінки системи в цілому і

допомагають зрозуміти основні механізми процесу. Базова модель повинна містити мінімальне число змінних і параметрів, що впливають на процес. Як правило, в базових моделях параметри і змінні є комбінаціями «природних» величин, котрі описують реальний об'єкт. Базові моделі допускають проведення якісного аналізу. Вони дозволяють зрозуміти механізм процесу і виявити, які саме явища (катастрофи) можуть виникати в модельованій системі. При побудові базової моделі немає необхідності знати точні величини параметрів. Достатньо оцінити їх близькість до біфуркаційних значень, що і визначає структурну стійкість моделі.

Отже, базові моделі не претендують на роль методу розрахунку, але є, швидше, методом міркування, способом розкриття закономірностей.

Наступними за ступенем складності є проміжні моделі. Такі моделі претендують на більш детальне описання класу конкретних об'єктів. Вони використовуються як робочий інструмент і придатні для порівняно довготермінових прогнозів.

Імітаційні моделі містять багато параметрів і змінних (як правило, декілька десятків). Вони претендують на детальний опис конкретних об'єктів і явищ, наприклад екологічних і метеорологічних, і використовуються для складання порівняно короткотермінових прогнозів. Імітаційні моделі не можуть слугувати методом міркування, але є методом розрахунку.

Спроби побудови математичних моделей соціально-економічних процесів здійснювались вже давно [42,83,84,87,88,106]. Ці праці виконані на достатньо високому рівні, але не знайшли широкого застосування у економічній науці.

Останнім часом інтерес до математичного моделювання в економіці знову зріс. Про це свідчить поява багатьох нових праць, де представлено математичні моделі економічної структури суспільства [40,42,104-107,144, 150-154].

Специфіка моделювання соціально-економічних процесів полягає в тому, що результати моделі безпосередньо перетинаються з особистими інтересами людей, які оцінюють її ефективність. Якщо результати суперечать особистим

інтересам даної людини, то вона схильна оголосити їх помилковими, не вдаючись у деталі. Суспільство в цілому визнає модель правильною, якщо її результати узгоджуються з інтересами більшості (включаючи лідерів суспільства). Тобто математичне моделювання СЕП залежить від суб'єктивної оцінки отриманих результатів.

По-третє, важливим критерієм ефективності моделі є зіставлення її результатів з реальністю.

Постановка проблеми математичного моделювання нерівноважних соціально-економічних систем у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями викликана тим, що соціально-економічні системи вивчаються головним чином за допомогою методів оптимального управління або теорії ігор. В обох підходах поведінку модельованої системи пов'язують критерієм оптимальності – цільовою функцією, яка відображає поведінку модельованого об'єкта. Проте, з'ясувалося, що формально відобразити цільову поведінку реальної СЕС надзвичайно складно, а у деяких випадках неможливо. Як правило, в цих теоріях присутня цільова функція, і, отже, неявно припускається, що історію суспільства, об'єктивні закони соціально-економічних систем утворюють цілі індивідів.

Якщо мова йде про модельну концепцію соціодинаміки, то тут методично проводиться відмінність на мікрорівні індивідуальних рішень окремих людей та макрорівні колективних процесів. Ймовірний колективний розвиток моделюється за допомогою рівнянь для громадських макростанів («соціоконфігурацій»). Кожен компонент соціоконфігурації пов'язаний з частиною населення, яка характеризується певним вектором поведінки.

Вирішальне значення має інтерпретація цих методів в залежності від кожного їх застосування. Тому міждисциплінарне застосування таких методів моделювання не можна розглядати як фізикалізм.

2.2. Моделювання динаміки соціально-економічних систем

Описані вище властивості та особливості еволюції є загальними для широкого класу складних нелінійних динамічних систем, до яких належать і соціально-економічні системи. Основною відмінністю соціальних систем від інших є те, що вони складаються з активних суб'єктів, які здійснюють цілеспрямовану діяльність у відповідності з прийнятими ними рішеннями і здатністю до рефлексії з приводу своїх дій і дій інших суб'єктів. Здатність суб'єктів до зміни стратегії і тактики своєї діяльності на основі рефлексії без жорсткої прив'язки до зміни зовнішніх умов робить соціальні системи внутрішньо нестійкими [40]. Нестійкість посилюється тим, що суб'єкти переслідують, як правило, розбіжності, а часто і прямо протилежні цілі. Сильна нестійкість соціальних систем призводить до того, що узгоджена взаємодія суб'єктів можлива лише за чітко налагодженого управління, причому швидкість, часова інтенсивність керуючих впливів повинна перевищувати певний «поріг синхронізації» [129]. В іншому випадку втрачається керованість і система розпадається. Крім того, наявність внутрішніх нестійкостей зумовлює існування принципових обмежень на часовий інтервал достовірного прогнозу динаміки соціально-економічних процесів (так званий «горизонт передбачуваності» [72]) і, відповідно, обмежує можливості прогнозування.

Здатність суб'єктів до цілеспрямованої діяльності підвищує роль процесів самоорганізації в соціальних системах. При цьому, незважаючи на внутрішню суперечливість цих систем, логіка самоорганізації має об'єктивний характер. Завдяки процесам самоорганізації формуються стійкі стани (атрактори), до яких еволюціонують соціальні системи незважаючи на різні аспекти своєї історії (як приклад можна навести характерну для переважної більшості народів стійкість рис національного характеру, особливостей культури, традицій державного устрою тощо.).

Здатність до самоорганізації і, як наслідок, стійкість до зовнішніх впливів зумовлена здатністю до виникнення когерентних станів у системі, тобто здатністю окремих підсистем і елементів синхронізувати свої дії на основі узгодженого прийняття рішень.

Аналіз показує [102-104], що існують цілком певні сталі закономірності соціальної самоорганізації, які визначають логіку розвитку економічних процесів. При створенні моделей соціально-економічної динаміки необхідно враховувати наступне:

1. Загальні закономірності еволюції та самоорганізації, розглянуті вище стосовно до нелінійних динамічних систем довільного виду, характерні і для соціальних систем, які є їх різновидом.

2. Конкретизація закономірностей повинна ґрунтуватися на врахуванні специфічних особливостей СС, до яких відносяться:

- багатоелементність систем, причому апіорі не існує явних переваг одних елементів над іншими, відмінності виникають і розвиваються у процесі соціальних взаємодій;

- чутливість елементів СС до зовнішніх дестабілізуючих впливів. Щоб вижити, елементам необхідно проявляти активність, витратити наявну в них енергію, що вимагає постійного поповнення наявної у них ресурсної бази;

- прагнення елементів максимізувати індивідуальну «функцію корисності»;

- обмеженість доступної до використання ресурсної бази;

- антагоністичність (суперечливість) інтересів елементів систем, зумовлена необхідністю боротьби за обмежений ресурс;

- нелінійний характер взаємодії елементів системи з позитивним зворотним зв'язком (влада народжує владу, гроші роблять гроші і ін.). Нелінійний процес збільшення переваг обмежений або загальною кількістю ресурсу, або індивідуальними можливостями суб'єкта освоїти і обробити придбаний ресурс;

- пороговий характер процесів: реальна віддача від зусиль, прикладених для досягнення будь-якої мети, виникає лише тоді, коли зусилля перевищать певне граничне значення. До цього віддача від прикладених зусиль практично відсутня;

- інерційність поведінки суб'єктів, наявність деякого часового запізнювання $\Delta \tau$ реакції суб'єктів на зміну зовнішніх умов;

- здатність елементів СЕС до усвідомленого цілепокладання та до рефлексії з приводу своїх дій і дій інших суб'єктів.

Зауважимо, що тут і надалі терміни «елементи СЕС» і «суб'єкти» розуміються розширено: не тільки як окремі індивіди, але і як будь-які спільноти індивідів, об'єднаних діяльністю, спрямованою на досягнення спільної мети.

3. Нелінійний характер взаємодії суб'єктів і обмеженість ресурсів визначають специфіку динамічних процесів у СС. Протиріччя перманентні. Вони не «знімаються» в процесі розвитку СЕС, а існують завжди, забезпечуючи хаос на мікрорівні. На макрорівні реалізується тимчасовий компроміс, зумовлений зовнішніми умовами і наявними ресурсними обмеженнями. Коли вони змінюються, динамічна рівновага порушується, починається нова боротьба суб'єктів з виходом на новий компромісний рівень. У соціально-економічних системах протиріччя слугують активним початком наступного розвитку. Не буде протиріч – не буде і розвитку.

4. Загальна тенденція соціальної динаміки – посилення нерівності при появі надлишкового ресурсу. При нестачі ресурсу – об'єднання заради виживання і зменшення нерівності (спрощення системи).

5. Забезпечення стійкості соціально-економічних систем (необхідне для «виживання» системи) в умовах наявності перманентних протиріч між її елементами є нетривіальною задачею. СЕС шляхом проб і помилок виробляють механізми, що дозволяють досягти стійкості системи в цілому. До таких механізмів належать:

- пряме регулювання відносин між елементами, що здійснюється органами управління СЕС (управління хаосом);
- обмеження дій елементів СЕС за допомогою законів, нормативних установ, спрямованих на згладжування наявних протиріч (обмеження хаосу);
- ідеологічні та соціально-психологічні засоби: релігійні імперативи, норми моральності та моралі тощо (стримування хаосу).

Ті соціально-економічні системи, яким вдається виробити ефективну систему компенсації внутрішніх напружень, виживають. А системи, яким це не вдається, врешті-решт розпадаються або гинуть у конкурентній боротьбі з іншими системами. Можливі як еволюційний, так і революційний (через кризи) типи розвитку СЕС.

Еволюційний процес базується на здатності соціально-економічних систем адаптуватися до умов зовнішнього середовища шляхом варіації способів функціонування. Варіації мають, як правило, випадковий характер (перебір можливих варіантів розвитку). Факторами відбраковування для економічних суб'єктів є конкуренція в ринковому середовищі, для державних утворень – міждержавна боротьба. Виживає більш пристосований і більш стійкий до зовнішніх дестабілізуючих дій.

Суть «розвитку через кризи» полягає в тому, що соціально-економічні системи в процесі адаптації до зовнішнього середовища мають тенденцію до ускладнення своєї організації, що забезпечує їм вищий рівень спеціалізації у використанні наявної ресурсної бази. У процесі функціонування (життєдіяльності) система впливає на навколишнє середовище і змінює його. У результаті накопичення змін, організація системи перестає відповідати новим зовнішнім умовам і виникає криза, яка може закінчитися дестабілізацією і розпадом системи. Найбільш уразливі в кризових умовах, як правило, верхні рівні організаційної ієрархії, оскільки вони є найбільш спеціалізованою частиною системи. Тут можливі два результати.

У першому випадку верхнім рівням ієрархії в результаті цілеспрямованих зусиль вдається переорганізувати (реформувати) систему і зробити її більш адекватною до зовнішніх умов. Це «реформаторський» сценарій розвитку кризової ситуації без незворотного руйнування системи.

У другому випадку адаптаційних можливостей системи виявляється недостатньо і криза призводить до її розпаду, що супроводжується архаїзацією і знищенням спеціалізованих верхніх рівнів її організаційної ієрархії. Подальша еволюція йде шляхом самоорганізації способів функціонування нової системи. Це «катастрофічний» сценарій розвитку, що приводить до найбільш різких змін системи.

6. На різних стадіях своєї еволюції СЕС володіє різною чутливістю до зовнішніх впливів. Найбільш небезпечні навмисні зовнішні впливи в кризові періоди, коли система в значній мірі хаотизована. У цьому випадку навіть не дуже інтенсивний зовнішній вплив може задати напрямок розвитку системи і вплинути на характер її подальшої самоорганізації.

7. Для СЕС характерна можливість багатоваріантного розвитку, зумовлена тим, що в них є, як правило, не одне, а кілька квазістійких станів (атракторів). Система через якийсь час опиниться в одному з атракторів (ця властивість називається еквіфінальністю), проте в якому з них – залежить від багатьох факторів і в значній мірі від цілеспрямованої діяльності органу управління СЕС. Таким чином, можливості органів управління, з одного боку, не безмежні, вони обмежені еквіфінальністю СЕС, з іншого - саме від органів управління залежить, у якому з наявних атракторів в остаточному підсумку виявиться система. Для ефективного управління СЕС необхідно знати структуру наявних атракторів, а також способи переведення системи з одного атрактора в інший.

Аналіз зазначених закономірностей є основою дослідження процесів самоорганізації та еволюції СЕС. Вихідними положеннями для аналізу такі.

Соціальні системи – це спільноти активних економічних суб'єктів, що прагнуть забезпечити собі оптимальні або бажані умови виживання при обмеженні наявних ресурсів (матеріальних, часових, сил, здоров'я та ін.).

Базовим економічним процесом є виробництво, перерозподіл і споживання ресурсів, необхідних для виживання. Особливості функціонування СЕС:

1) у соціальних системах завжди існують обмеження на доступний до використання ресурс;

2) виробництво – нелінійний процес. Виробнича функція (тобто залежність кількості виробленої продукції від затрачених ресурсів) має такі властивості:

а) насичуваність при збільшенні витрат (при незмінних технологіях виробництва);

б) пороговий характер.

3) споживання – нелінійний процес, що характеризується:

а) насичуваність попиту на товари та послуги, призначені для задоволення повсякденних, фізіологічних потреб;

б) ненасиченість попиту на елітні (престижні) товари та товари довготривалого користування, призначених для задоволення соціальних потреб;

4) перерозподіл – нелінійний процес зі зворотним зв'язком: чим більша економічна чи політична (військова) сила, тим більше можливостей для нееквівалентного перерозподілу виробленого продукту за допомогою податків, рекету, монопольних цін тощо.

Максимізація індивідуальних функцій корисності в цих умовах стикається з такими проблемами:

1) перманентна нестача ресурсу, що призводить до постійної боротьби за ресурс (усередині соціуму і між соціумами);

2) нерівномірність розподілу ресурсу між індивідами і соціальними групами, що викликає соціальну напруженість (показником нерівномірності є

економічна структура суспільства, тобто щільність розподілу членів суспільства за наявними у них накопиченнями).

Зі сказаного випливає, для соціально-економічних систем характерна внутрішня нестійкість. Щоб домогтися стійкості СЕС до зовнішніх і внутрішніх дестабілізуючих дій, треба розв'язати три основні проблеми:

- забезпечити можливість економічного виживання (забезпечення матеріальних потреб членів суспільства);
- забезпечити соціально-психологічну стабільність за наявності антагоністичних інтересів елементів СЕС (зниження конфліктності всередині СС);
- забезпечити ефективне управління. Оскільки СЕС – розподілена система, завданням управління є забезпечення узгодженого функціонування всіх її підсистем.

Умови ефективності: з боку керуючих – уміння керувати та наявність необхідних для здійснення управління коштів; з боку керованих – згода (бажання) бути керованими в умовах соціального розшарування.

У результаті розв'язання цих проблем формується структура суспільства, яка володіє стійкістю і має шанс на виживання. Якщо ці проблеми не вдається розв'язати, суспільство гине (розпадається).

Способи розв'язання проблем стійкості істотно залежать від заданих зовнішніх умов (найважливішими з яких є характеристики наявного ресурсу) і від характеристик ресурсовикористання (найважливішими з яких є форма і параметри виробничої функції). Найбільш характерні дві ситуації:

- а) основний виробничий ресурс жорстко обмежений, але постійний;
- б) основний виробничий ресурс змінюється з часом (збільшується або зменшується).

Дослідження внутрішньої стійкості СС проводиться на основі аналізу та моделювання взаємодій між різними соціальними групами в даному суспільстві. Для опису цих взаємодій може бути використаний такий алгоритм. У соціальній системі виділяються головні підсистеми (соціальні

групи або інститути), які визначають особливості її функціонування. Як основні характеристики для опису кожної з підсистем використовуються наступні: чисельність N_i даної соціальної групи і сумарні матеріальні накопичення U_i членів групи. На основі розв'язання диференціальних рівнянь, що описують динаміку даних величин, визначаються залежності $N_i = N_i(t)$, $U_i = U_i(t)$, $i = 1, \dots, k$ для виділених підсистем. Ці залежності є результатом внутрішньо та міжгрупових економіко-демографічних процесів.

Аналіз конкретних соціально-економічних процесів складається з наступних етапів:

1. Виділення структурних елементів системи, кожен з яких у подальшому розглядається, як єдине ціле. Визначення зв'язків між ними та виконуваних ними функцій (при цьому необхідно, щоб виділені соціальні групи були досить однорідні за складом та їх члени виконували подібні функції).

2. Якісний опис соціально-економічних процесів всередині і між підсистемами. Побудова в загальному вигляді системи рівнянь, що описують дані процеси.

3. Установлення економічного змісту параметрів у рівняннях моделі та визначення їх числових значень. Запис моделі у вигляді системи диференціальних рівнянь з правими частинами, залежними від параметрів.

4. Виділення в просторі параметрів і початкових даних областей, які відповідають розглянутим реальним соціально-економічним процесам.

5. Дослідження властивостей системи в обраній області параметрів з допомогою математичного моделювання з метою:

- визначення можливих варіантів еволюції системи;
- дослідження стійкості системи до внутрішніх і зовнішніх впливів.

Залежно від співвідношень параметрів система рівнянь може мати або один, або кілька, або жодного стійкого стану (атрактора).

Моделювання показує, що характер еволюції і самоорганізації СЕС істотно залежить від таких обставин:

- Стаціонарні або нестаціонарні умови функціонування СЕС;
- Замкнена або відкрита система (замкненою вважається система, функціонування якої визначається в основному внутрішніми факторами; відкритою вважається система, функціонування якої визначається характером взаємовідносин із зовнішнім середовищем);
- Ресурсна забезпеченість системи.

У випадку обмеженого, але відносно стабільного джерела ресурсів еволюція системи характеризується такими особливостями:

- Після закінчення деякого періоду внутрішньої конкурентної боротьби за володіння ресурсом встановлюється відносна рівновага між соціальними верствами і формуються досить стійкі соціальні структури, які визначаються сталими соціальними нормами і підтримуються сформованою системою управління;
- Структура суспільства і характер соціальних взаємин визначаються сталими особливостями відтворення і перерозподілу ресурсу. Стабільність ресурсної бази сприяє консервації соціальних відносин.

У випадку змінного ресурсу еволюція СЕС характеризується наступними особливостями. Зміна обсягу ресурсів стимулює внутрішню конкурентну боротьбу за володіння ними, поява нових видів ресурсів призводить до появи і посилення нових соціальних груп. Унаслідок цього соціальна структура в таких суспільствах нестабільна, постійно порушується статус-кво. Можлива лише нестійка рівновага динамічного типу (тимчасовий компроміс, локальний баланс стримувань і противаг).

Оскільки умови існування реальних СЕС періодично то стабілізуються, то піддаються різким змінам (внаслідок зміни економічної ситуації, екологічних бід тощо), то і характер їх еволюції в різні періоди може бути кардинально різним.

Найбільш істотно на процеси соціальної самоорганізації впливає спосіб освоєння наявних ресурсів, технології одержання (виробництва) матеріальних благ, необхідних для життєдіяльності та функціонування суспільства. Відповідно до еволюції способів виробництва відбувається зміна фаз економічного розвитку.

Розглянемо більш детально базові моделі типів суспільств, а також деякі моделі перехідних соціально-економічних процесів.

На сьогодні у аналізі соціально-економічних явищ математичними засобами ще не існує загальних принципів, застосування яких до вивчення того чи іншого явища призводить б відразу до адекватного формулювання рівнянь для описання даного явища. Урахування критеріїв оптимальності економічної поведінки, яке широко використовується в більшості економіко-математичних праць, утрачає свою ефективність, коли йдеться про вивчення з його допомогою таких проблем як автоколювання в динаміці валового продукту і цін у нашій країні; виявлення принципових відмінностей між економічними системами; швидка зміна форм власності тощо. Основні труднощі застосування теорії оптимізації полягають «у неможливості охопити все різноманіття реального об'єкту формальною моделлю, яка його описує» [51,84,108]. Тому метою фахівців має бути побудова адекватної феноменологічної теорії соціально-економічних явищ за допомогою якісного аналізу, що будується на засадах емпіричного матеріалу. Наприклад, побудова адекватної теорії обмінних процесів (у першу чергу масштабна зміна форм власності, ціноутворення і ін.); економічного розвитку (з'ясування математичних структур, у формі яких функціонують відомі соціально-економічні системи, проведення біфуркаційного аналізу структур, що виникають, формулювання концепції розвитку). Тому потрібно спершу встановити закономірності розвитку в соціально-економічних системах різноманітних швидких змін, стрибків, розривів (катастроф), потім установити відповідні їм математичні рівняння; системно розглянути, якими властивостями володіють соціально-економічні системи, а потім уже ставити цілі для управління ними.

Питання визначення періодів та фазових переходів у розвитку кожної країни неодноразово порушувалось у працях багатьох дослідників. Різноманітність галузей науки, представники якої зацікавилися проблемою моделювання стадій розвитку, зумовлює міждисциплінарність її розв'язання. Згідно із запропонованими критеріями, всі дослідники, починаючи від А.Дж. Тойнбі, О. Шпенглера (цивілізаційний підхід), К. Маркса (класовий підхід розвитку засобів виробництва), включаючи Д. Белла, А. Тоффлера (економіко-виробничі критерії) [73] та інших і закінчуючи сучасними вченими, наприклад, С.М. Меншиковим (життєвий цикл обчислив залежно від терміну заміщення, використання та приросту відновлюваних матеріальних ресурсів), намагалися охарактеризувати соціально-економічні періоди (стадії) життєвого циклу окремих країн та людського суспільства в цілому.

Однак, на наш погляд, виявити життєві цикли соціально-економічних макросистем і побудувати їх типологію вдалося лише кільком з них. Відомі серед таких вчених С.П. Капіца, Л.Є. Грінін, С.Ю. Малков, А.В. Коротаєв та ін. Цікавий розв'язок проблеми запропонували Л. Грінін та С. Малков. За головний критерій побудови соціально-економічних макромоделей та їх типологізації, ними взято зміну принципів виробництва благ, яка визначає відповідний рівень суспільного розвитку. Цей підхід обґрунтований тим, що зміна принципів виробництва призводить не просто до кількісних зрушень, але й до кардинальної перебудови всіх сфер життя, до зміни способів і форм соціальної самоорганізації, до соціального фазового переходу. У результаті дослідники побудували чотири моделі відповідно до чотирьох стадій суспільно-економічного розвитку та охарактеризували їх як: мисливсько-збиральна, аграрно-ремісницька, промислова та науково-інформаційна [42,72, 88, 106]. Названий підхід використовує лише поняття «соціальні системи» (а не соціально-економічні), як спільноти активних соціальних суб'єктів (індивідів, громадських груп, прошарків, класів тощо), які намагаються забезпечити себе найкращими умовами існування за умови

обмеженості наявних ресурсів (матеріальних, часових, просторових, інформаційних тощо). Наведемо головні принципи, застосовані при побудові моделей.

Базою економічних процесів є виробництво, перерозподіл і споживання ресурсів, які потрібні для існування. Причому ресурси завжди обмежені.

На різних етапах розвитку суспільства ресурсна база змінюється від природної обмеженості (мисливсько-збиральна та аграрна стадії) до різноманітності внаслідок появи нових технологій (промислова та науково-інформаційна стадії).

Виробництво являє собою нелінійний процес, тобто нелінійно залежить від факторів, що впливають на нього. Виробнича функція, що відображає залежність кількості виробленої продукції від вкладених зусиль, характеризується насичуваністю при збільшенні витрат (за умови незмінності технологій виробництва) та певним граничним значенням.

Споживання, як нелінійний процес, характеризується насичуваністю попиту на товари і послуги, якими задовольняються щоденні потреби, та ненасичуваністю попиту на елітні товари і товари довгострокового користування. З'ясувалося, що споживання цілком зумовлене різноманітністю ресурсної бази. Кожний наступний етап розвитку макросистем характеризується спаданням насичуваності попиту за рахунок його переорієнтації з товарів щоденної потреби на товари довгострокового використання.

Перерозподіл є також нелінійним процесом, але зі зворотною додатною залежністю, а саме чим більшою є політична (військова) або економічна сила, тим більше з'являється можливостей для нееквівалентного перерозподілу виробленого продукту через податкову систему, примусові вилучення, монопольні ціни тощо.

Обмеженість ресурсу, його нестача та нерівномірний доступ до нього призводять до постійної боротьби за ресурс як всередині окремих соціумів, так і між ними. Економічна структура суспільства або щільність розподілу

його членів за рівнями наявного в них накопичення свідчать про нерівномірність розподілу ресурсу, яка зберігається навіть тоді, коли воно викликає соціальну напруженість у суспільстві. Отже, для соціально-економічних систем характерна внутрішня нестабільність, яка зумовлюється названими факторами.

Максимізація функцій корисності, на думку дослідників, полягає у забезпеченні:

- можливості економічного виживання членів суспільства;
- соціально-психологічної стабільності за наявності антагоністичних інтересів елементів системи;
- ефективного управління через узгоджене функціонування всіх підсистем.

У теорії Л. Є. Грініна та С. Ю. Малкова знайшла своє застосування модель типу «хижак-жертва» (модель Лотки-Вольтера), яку зазвичай використовують при аналізі біологічних систем [42,106]. Для стадії, яку було названо мисливсько-збиральною, застосування моделі «хижак-жертва» зумовлювалося тим, що на примітивному етапі розвитку людина як елемент екосистеми може виступати в ролі мисливця або хижака, а об'єкт мисливця являє собою жертву. Інші моделі розвитку макросистем (аграрно-ремісницька, промислова та науково-інформаційна) базуються на факторі виробничого господарства і мають особливості, кардинально відмінні від моделі першої стадії.

Тому потрібно звернути увагу на те, що важливим фактором, який стимулює застосування методів нерівноважної термодинаміки для моделювання соціально-економічних систем, є розуміння того факту, що аналогами цілей у нелінійній термодинаміці відкритих нерівноважних систем є різні аттрактори (положення рівноваги, сталі граничні цикли, дивні аттрактори), до яких прагнуть фазові траєкторії відкритих систем. Ці ж аттрактори є аналогом максимуму ентропії в замкнених системах, до яких прямують траєкторії замкнутих систем. По суті, це є нове формулювання другого начала термодинаміки [91].

В економіці характерний час періодів сталого розвитку вимірюється десятиліттями. При цьому важливу роль відіграє зміна поколінь, розвиток науки і техніки та інші фактори. Такий сталий розвиток здійснюється не монотонно. Спостерігаються квазіперіодичні процеси (типу циклів Кондрат'єва) і ступінчастий розвиток. Проте амплітуда таких коливань невелика, в межах кількох відсотків. Різкі зміни мають характер або кризи (перехід від високопродуктивного стану до низькопродуктивного), або «економічного дива» (зворотний перехід). Характерний час такого переходу невеликий – у межах кількох років, але економічні показники при цьому змінюються в декілька разів. При побудові математичної моделі ці етапи доцільно досліджувати окремо. При цьому в моделях, що описують кризові явища, є можливість розглядати такі стани як стаціонарні, оскільки їх зміни відбуваються значно повільніше, ніж еволюція станів, далеких від них. У моделях сталого розвитку необхідно враховувати зміни в часі високопродуктивного і низькопродуктивного станів. У повній моделі обидва підходи мають бути об'єднані, що можливо після побудови моделей кожного з етапів.

Ми зупинились на цьому питанні детально, оскільки нерідко здійснюються спроби застосувати моделі плавного розвитку до кризової ситуації, що призводить до непорозумінь і помилок, які підривають економіку країни.

2.3. Соціально-економічна структура суспільства та її особливості в Україні

Суспільна поведінка виступає предметом дослідження різних соціальних і економічних наук, серед яких безумовний пріоритет належить економіко-математичному моделюванню [35,41,42,57,64,74, 81,82,86,98,102-106,138,152-154,158,171]. Адже, саме методи такого наукового підходу дають засоби об'єктивного аналізу цього складного багаторівневого і

багатоаспектного соціально-економічного феномену. Вивчення математичного моделювання суспільної поведінки в умовах становлення ринкових відносин з позицій економічної соціології не тільки збагачує теорію економічної поведінки, соціологію ринку, а й дозволяє, виявляючи певні тенденції і закономірності у економічній поведінці населення, передбачати можливі зміни і впливати на неї, формувати бажану модель суспільства, задавати напрям його розвитку.

Розподіли за заощадженнями і доходами використовуються в соціології та економіці при розв'язанні низки проблем. У соціології поляризація суспільства (індекс Джині) розглядається як одна з ознак соціальної напруженості. В економіці ці розподіли відіграють важливу роль у податковій системі, ціноутворенні, проблемі адресної емісії грошей.

Структуроване суспільство може бути представлене як сукупність взаємопов'язаних і взаємообумовлених сфер соціального життя: економічної, політичної, духовної, громадської. У кожній із зазначених сфер має місце власне соціальне розшарування, власна структура. Соціальні відмінності між людьми визначають соціальну структуру. У ній проявляється в першу чергу економічна структура суспільства. Основні елементи цієї структури – класи, соціальні та професійні групи, страти.

Характер економічної структури суспільства (ЕСС) особливо важливий при переході від планової економіки до ринкової. В унімодальному суспільстві (де розподіл кількості людей є величиною того чи іншого економічного показника – заощаджень, доходів тощо) ринкові ціни на товари другої категорії встановлюються на рівні, доступному для більшості людей. Якщо до цього «планові» ціни теж були доступні більшості членів суспільства, то перехід до ринкової економіки не веде до деградації. У бімодальному суспільстві ситуація якісно інша. При переході від планової системи до ринку ціни практично відразу встановлюються на рівні, доступному лише «багатій» частини суспільства.

У рамках динамічного підходу розподіл за заощадженнями повинен впливати з моделі. Знаючи заощадження «власників» і «робітників», можна порівняти їх і оцінити ступінь поляризації суспільства.

Отже, ЕСС у рамках моделі є динамічною характеристикою суспільства, вона сама впливає з моделі та змінюється при зміні стану суспільства.

Головні елементи системи соціально-економічної структури суспільства країн, що розвиваються, – це, по-перше, підсистема неринкових відносин традиційних укладів (общинного, патріархального та продовольчої оренди землі у великих власників, де зайнята значна частина селянства, з характерною наявністю позаекономічного примусу); по-друге, підсистема початкових ринкових відносин традиційних укладів (традиційних купців, скупників, перепродувачів, лихварів, а також частина селянства, яка займається товарним виробництвом, ремісників, кустарів, дрібних торговців); по-третє, підсистема ринкових відносин сучасних підприємницьких укладів (приватногосподарського і державного). Між підсистемами при цьому немає чітких меж.

Потреба в формуванні у населення інституціональної економічної поведінки з'явилася відносно недавно, в міру того, як розвивалися нові економічні інститути: різноманітні форми власності, грошово-кредитний ринок, валютний ринок, ринок цінних паперів тощо. Якщо раніше поведінка населення, окрім фінансових взаєностосунків з державою, була обмежена в основному рамками фінансово-ощадної, а точніше, накопичувальної поведінки (за винятком нелегітимних форм участі у валютних операціях або «інвестиційній» діяльності в тіньовій сфері окремих фізичних осіб), то створення нового інституціонального середовища відкрило потенційні і легальні можливості найрізноманітнішим формам суспільної поведінки.

Специфіка поведінки соціума зумовлена не тільки особливостями фінансового ринку, а й характером самого об'єкта цієї поведінки, тобто активами, що використовуються для досягнення максимальної вигоди, – наявними грошовими ресурсами. Катастрофічне зниження рівня життя і

зубожіння більшої частини населення об'єктивно позбавляють широкі його верстви самої можливості активної економічної поведінки.

Звичайно, формування ринкових відносин не може не привести до посилення диференціації доходів, а разом з ним – до розшарування за матеріальним становищем населення.

Після тривалого періоду існування «нової єдності – радянського народу», де всі розбіжності (принаймні зовні) зводились до мінімуму, українські науковці розпочали дослідження структури суспільства, визначати та вимірювати нові страти. Соціальну структуру та характерні ознаки суспільної поведінки визначає передусім економічна система суспільства. Отже, перехід до соціально зорієнтованої економічної системи має супроводжуватися адекватними змінами соціальної структури суспільства, формуванням нових страт у відповідності до нових майнових і суспільних відносин. Для будь-якого суспільства характерна нерівність за показником матеріального благополуччя, але ступінь впливу цього чинника на визначення соціальної структури в різних суспільствах дещо відрізняється.

Економічні зміни супроводжувалися формуванням значної нерівності населення за доходами. Трансформаційні процеси значно посилили економічне розшарування. Якщо в умовах адміністративно-командної системи високі доходи і доступ до високоякісних товарів та послуг відносно нечисленної групи населення не були відомі широкому загалу, а варіація доходів переважної частини громадян не перевищувала 50%, то приватизація і стрімкий розвиток незареєстрованого сектора економіки докорінно змінили ситуацію.

Зростання доходів населення мало неоднозначний вплив на стратифікацію. З одного боку, спостерігалася легалізація частини незареєстрованих прибутків, зростання легальної зарплати та пенсії. Проте трансформація економіки супроводжувалася легалізацією й тінізацією окремих її секторів, підприємств або видів діяльності. Отже, різні верстви населення отримали різний виграш, що позначилося на посиленні

економічної нерівності і в результаті – подальшій концентрації ресурсів у руках нечисленної групи. Зростання середніх показників відбувалось переважно (або навіть винятково) за рахунок збільшення доходів «багатої частини» населення. У сукупності зазначені процеси посилювали розшарування українського суспільства, а отже протидіяли розв'язанню проблем бідності та становленню середнього класу. Результатом високого майнового розшарування є формування соціально поляризованого суспільства, а не суспільства з потужним середнім класом.

Отже, відбувається стрімка ескалація процесу поляризації доходів у суспільстві. З одного боку, виникла верства «нових» багатіїв, яка характеризується не тільки небувалим рівнем своїх доходів, але й високою концентрацією майна (зокрема, виробничих фондів, дорогої нерухомості, престижних авто тощо). З іншого боку, формується «соціальне дно», яке відзначається не тільки низьким рівнем матеріальної забезпеченості, але й частковою соціальною деградацією та, фактично, соціальною ізоляцією і дезорієнтацією великої частини населення. В такі «низи» суспільства сьогодні ризикує потрапити переважна більшість населення України.

Процеси збідніння населення та зростаючого соціального розшарування накладаються один на одного і приводять до того, що одні бідніють, а інші багатіють. Ця майнова нерівність в умовах системної кризи суспільства, що носить загальносоціальний, цивілізаційний характер, приводить до гіпертрофованих форм соціальної нерівності.

У західних суспільствах дохід завжди відігравав особливу роль у визначенні місця людини в структурі суспільних відносин, виступаючи найважливішим виявом і мірилом головного чинника соціальної стратифікації – багатства (відома формула М. Вебера «Заощадження – Престиж – Влада»). У прикладному аспекті дохід використовується у так званому економетричному індексі, або соціально-економічному статусі, що обчислюється на основі співвідношення рівня доходу та освіти і

використовується для визначення належності респондента до однієї з соціальних верств.

Дохід у пострадянський період стає не тільки проявом, але й одним з найважливіших факторів соціальної стратифікації. Показник доходу також впливає на самоідентифікацію індивіда з певними соціальними групами, верствами та може розглядатися як індикатор його адаптованості до нових економічних умов і відносин.

В Україні спостерігається високий – і практично стабільний ступінь зв'язку між рівнем життя та місцем проживання. У сільських населених пунктах значно вища частка бідних верств населення, а у великих містах – середньодохідних і заможних (навіть з урахуванням існуючої різниці в цінах). Це є результатом передусім відмінностей у ситуації на ринку праці та структурі зайнятості, у доходах місцевих бюджетів. Проте, для остаточних висновків необхідні також порівняння реальних доходів з урахуванням розбіжностей у споживчих цінах.

Зазвичай професійний статус визначає і соціальну належність індивіда. Так, некваліфіковані та низькокваліфіковані особи, зайняті переважно ручною працею, здебільшого відносяться до бідних верств населення. До середнього класу, за міжнародними стандартами, належать висококваліфіковані особи, дрібні власники та підприємці, причому впродовж останніх десятиліть невпинно зростає представництво саме осіб найманої праці – професіоналів, фахівців та технічних службовців, законодавців, державних службовців і керівників середньої ланки. До еліти відносяться переважно народні депутати, вищі посадові особи та керівники вищого рівня, науковці та інші професіонали вищої кваліфікації, видатні журналісти, актори, спортсмени тощо. Практично всі вони наймані працівники і дуже часто забезпечують прийнятний рівень життя за рахунок доходів від додаткової роботи, переважно без реєстрації.

Економічне становище самостійно зайнятих і членів колективних підприємств змінювалось аналогічно. Фактично такий вид діяльності досить надійно захищає від бідності, але аж ніяк не гарантує входження навіть у

середньодохідні групи. Проте підкреслимо, що середній рівень доходів від самостійної економічної діяльності істотно перевищує заробітну плату найманих працівників.

Окремою проблемою є низький рівень життя пенсіонерів. Хоча практично всі показники бідності цієї категорії населення нижчі за середньоукраїнські, ситуація не може бути визнана задовільною, оскільки ці люди впродовж усього свого життя чесно працювали, сплачували податки і внески до Пенсійного фонду, а отже мають усі підстави розраховувати на забезпечену старість, а не на існування на межі бідності.

Економічні інтереси соціальних груп або підкласів, що належать до керуючого класу, більш різноманітні, оскільки їх ролі в громадській організації праці, що визначаються специфікою виконуваних ними управлінських функцій, як за ступенем активності, так і за соціальною значущістю різні. Різноманітні також способи одержання і розміри наявної частки суспільного багатства, оскільки вони залежать не стільки від кількості та якості результатів їхньої особистої праці, скільки від здатності використовувати виконувані суспільні функції для особистого збагачення, або, застосовуючи особливості ринкових відносин, для отримання відповідної адміністративної ренти.

Зважаючи на сказане, керуючий клас за ознакою відмінності виконуваних функцій і похідних від них інтересів поділяється на відносно невелику соціальну групу вищих керівників, які приймають рішення, і групу керуючих, які виконують рішення. Усі названі соціальні групи в сукупності складають клас менеджменту або господарської бюрократії. Другий клас складають приватні підприємці, які на відміну від професійних менеджерів, є справжніми представниками приватного бізнесу, що відтворюють відносини дійсної ринкової економіки. Але інтереси цього класу теж неоднорідні, оскільки він складається з представників дрібного бізнесу і фінансових спекулянтів. Їх принципова відмінність полягає в тому, що перші (приватні підприємці) експлуатуються монопольним ринком чи не більше, ніж робітники і службовці монополій, і тому ворожі до монопольної форми

ринку. Другі (ринкові посередники) самі експлуатують ринок, паразитуючи на його фінансовій системі. Нарешті, існує апарат влади – державна бюрократія, що складається з рядових службовців і фахівців, з одного боку, та регіональних керівників – з іншого, що мають нетотожні інтереси.

Т.І. Заславська та Р.Г. Громова виділяють верхній, середній і базовий шар. За їх оцінками, верхній шар утворюють великі та середні підприємці, бізнес-шар, керівники виробництва, високооплачувані фахівці, бюрократія, вищі офіцери армії, силових структур. До середнього шару входять: дрібні підприємці, висококваліфіковані фахівці, особи, зайняті в управлінських структурах, військові. Базовий шар утворюють масова інтелігенція, службовці, особи масових професій, індустриальні робітники, селяни і фермери [82].

Зауважимо, що при застосуванні диференціації доходів як чинника соціальної стратифікації дослідники використовують різні методологічні підходи. Треба враховувати, що в якійсь мірі будь-які стратифікаційні схеми – плід штучного авторського конструювання. Усі вони містять елемент відносності. І якщо саме існування соціальної нерівності можна прийняти за аксіому, то конкретні розмежувальні лінії, кількість і характер виділених груп багато в чому залежать від понять та критеріїв, які використовує дослідник.

Ідентифікація диференціації доходів пов'язана з певними методологічними проблемами. Який саме дохід досліджувати? Де брати інформацію про дохід? Дані офіційної статистики про розміри заробітної плати, різноманітних соціальних трансфертів не відображають реальну картину доходної диференціації, оскільки, з одного боку, існує заборгованість із виплат заробітної плати та соціальних трансфертів значній частині населення, а з іншого – досить значна частина доходів проходить «у тіні» у зв'язку з поширеністю офіційно незареєстрованої зайнятості, існуванням оплати праці не через касу, «в конверті», існуванням значних обсягів тіньових доходів, самозабезпеченням (коли половина міського

населення працює на своїх присадибних і дачних ділянках, розв'язуючи продовольчу проблему своєї сім'ї) тощо. У такій ситуації єдиним джерелом інформації стає сам респондент.

Узагалі диференціація населення за показником витрат (споживчих, грошових чи сукупних) не виглядає так поляризовано, як за показником доходів (особливо грошових). Тому, аналізуючи диференціацію доходів, треба паралельно вивчати витрати окремих категорій, оскільки тільки зіставлення цих показників (доходів та витрат) може дати об'єктивну картину диференціації респондентів за станом матеріального добробуту.

У соціологічних дослідженнях часто для групування респондентів за рівнем доходів використовують методи статистики. Одним з них є вимір диференціації доходів за так званими доходними групами населення: малозабезпечені, середньозабезпечені та високозабезпечені. Межі доходів таких груп визначаються нормативними методами за допомогою розробки споживацьких бюджетів на основі теоретичних уявлень про склад та розміри споживання на рівні мінімуму матеріальної забезпеченості чи на «раціональному» (високому) рівні. При цьому під економічною структурою суспільства уже традиційно розуміють розподіл елементів суспільства (як правило, сімей чи окремих людей) за ліквідними заощадженнями (надалі заощадженнями) у грошових одиницях і цінних паперах, які швидко і без втрат можуть бути конвертовані у гроші. Наприклад, для конкретизації економічної структури суспільства можна скористатись функціями розподілу $\rho_1(z)$ чи $\rho_2(\hat{d})$, де $\rho_1(z)$ – частка людей, заощадження яких змінюються в межах від z до $(z + \Delta z)$ (або відносна частота таких людей, поділена на Δz), а $\rho_2(\hat{d})$ – частка людей, доходи яких змінюються від \hat{d} до $(\hat{d} + \Delta \hat{d})$ (або відносна частота таких людей, поділена на $\Delta \hat{d}$) (z – заощадження, а \hat{d} – дохід за одиницю часу). Зауважимо, що питання економічної активності суспільства та його структуризації були і залишаються актуальними як для української, так і світової науки [158,161,168,171,172].

Економічна структура суспільства дозволяє розбити суспільство (наприклад, населення країни) на певну кількість груп (кластерів), кожна з яких має свою чисельність, свої заощадження чи доходи, свою купівельну спроможність та свої можливості щодо впливу на економіку країни або окремого регіону. Врахування цих можливостей дозволяє формалізувати динаміку заощаджень (чи доходів), процеси ціноутворення в економіці, динаміку легальної та нелегальної економіки, основного і допоміжного виробництва в еколого-економічній системі тощо. Інакше кажучи, врахування економічної структури суспільства дозволяє побудувати ряд важливих моделей, які відрізняються від багатьох класичних економічних, соціально-економічних і еколого-економічних моделей перш за все математичною формалізацією впливу окремих елементів суспільства на результати та наслідки його економічної діяльності. Отже, економічна структура суспільства не лише впливає на економіку, але й є об'єктом серйозних наукових досліджень, зокрема моделювання, без якого важко уявити вивчення та пізнання багатьох явищ, що відбуваються в еволюційних системах. Підхід, що базується на урахуванні економічної структури суспільства, очевидно, є одним із нових підходів в моделюванні економічних, соціально-економічних та еколого-економічних систем, тому його застосування приводить дослідників до нових знань про об'єкт досліджень, а також – до нових методологічних засобів аналізу процесів взаємодії природних і соціально-економічних явищ. Від застосування такого підходу можна очікувати і певного прогресу в розвитку економіко-математичного інструментарію та напрямків наукових досліджень.

2.4. Деякі концептуальні аспекти моделювання економічної структури суспільства

Проблемі побудови справедливого суспільства, суспільства з панівним середнім класом приділяється багато уваги в сучасних наукових працях.

Застосовуються різні методи досліджень (метод рівноважної і нерівноважної статистичної термодинаміки, метод машинного моделювання, аналіз розв'язків систем рівнянь балансу пропозиції і попиту та ін.). За допомогою цих методів описуються головні ознаки функціонування різних моделей суспільства.

Розглянемо деякі концептуальні аспекти моделювання економічної структури суспільства [18,24,32,57,150].

За головний критерій побудови соціально-економічних макромоделей та їх типологізації, візьмемо зміну принципів виробництва благ, яка визначає відповідний рівень суспільного розвитку. Цей підхід обґрунтований тим, що зміна принципів виробництва призводить не просто до кількісних зрушень, але й до кардинальної перебудови всіх сфер життя, до зміни способів і форм соціальної самоорганізації, до соціального фазового переходу. Наведемо головні принципи, які використовуються при побудові моделей.

Базою економічних процесів є виробництво, перерозподіл і споживання ресурсів, які потрібні для існування. Причому ресурси завжди обмежені. Виробництво являє собою нелінійний процес. Виробнича функція, що відображає залежність кількості виробленої продукції від вкладених зусиль, характеризується насичуваністю при збільшенні витрат (за умови незмінності технологій виробництва) та певним граничним значенням. Споживання, як нелінійний процес, характеризується насичуваністю попиту на товари і послуги, якими задовольняються щоденні потреби, та ненасичуваністю попиту на елітні товари і товари довгострокового користування. Перерозподіл є також нелінійним процесом, але зі зворотною додатною залежністю: чим більша політична (військова) або економічна сила, тим більше з'являється можливостей для нееквівалентного перерозподілу виробленого продукту через податкову систему, примусові вилучення, монопольні ціни тощо.

Максимізація функцій корисності, полягає у забезпеченні:
а) можливості економічного виживання членів суспільства; б) соціально-

психологічної стабільності за наявності антагоністичних інтересів елементів системи; в) ефективного управління через узгодження функціонування всіх підсистем.

Під заощадженнями (накопиченням, багатством) U даліше будемо розуміти сукупний дохід, яким володіє суб'єкт (незалежно від джерела доходу).

Позначимо купівельну спроможність r як відношення заощадження U до ціни товару p :

$$r = \frac{U}{p}.$$

Купівельна спроможність тим більша, чим більше заощадження U суб'єкта, і тим менша, чим більша ціна товару p .

Доходи власників (підприємців) вимірюються прибутком від продажу виробленого продукту. Кількість виробленого продукту можна змоделювати за допомогою виробничої функції (ВФ). При цьому залежно від факторів, що впливають на виробництво, використовують той чи інший клас ВФ. У макроекономіці традиційними факторами (аргументами), від яких залежить кінцевий продукт і ВФ в цілому, є виробничі фонди (капітал), затрати праці і час (у разі, коли ВФ явно залежить від часу). Кількість одиниць капіталу можна також оцінити купівельною спроможністю $\tilde{s} = g / c$ (g – вкладені у виробництво кошти), а затрати праці – кількістю людей, зайнятих у виробництві. Наприклад, якщо вважати ВФ лінійно однорідною і яка явно не залежить від часу, то обсяг виробничого продукту можна визначити за допомогою ВФ:

$$F(K, L) \equiv F(\tilde{s}, n) = nF\left(\frac{\tilde{s}}{n}, 1\right) = nf(\tilde{s}), \quad (2.2)$$

де $f(\tilde{s})$ – обсяг виробленого продукту, виробленого одним працівником (одиницею робочої сили).

Поки що не будемо зупинятися на конкретних моделях функцій (2.2), бо в цьому немає сенсу. Проблема побудови цих функцій є самостійною проблемою, тому заслуговує окремого, більш глибокого дослідження.

Попит окремого покупця на вироблений продукт у загальному випадку описується функцією попиту (ФП), що залежить від заощаджень покупця та ціни товару. Передбачається, що при пропорційній зміні ціни і заощаджень попит не зміниться, тобто ФП є однорідною нульового ступеня, тому нижче вважається, що попит є функцією купівельної спроможності.

В економічному аспекті поведінкові реакції в першу чергу відображаються так званою функцією попиту $Q(U, p)$. Вона являє собою залежність кількості товару Q , що купується суб'єктом за умовну одиницю часу (день, місяць чи рік) від наявних коштів U і ціни p . Важливо, що функція $Q(U, p)$ не змінюється при пропорційній зміні ціни p, U , що, зокрема, використовується при деномінації грошей (тобто $Q(U, p)$ – функція нульового ступеня [150]). Тому вона залежить від однієї змінної – купівельної спроможності r , що дорівнює відношенню $r = \frac{U}{p}$.

Розрізняють функції попиту на три типи товарів і послуг:

Q_1 – це попит на товари і послуги першої необхідності (їжа, одяг, медикаменти, проїзд транспортом тощо); Q_2 – попит на товари тривалого вжитку, меблі, кредит на житло та транспортні засоби, побутові прилади, організація відпочинку, заощадження в банку; Q_3 – попит на товари розкоші.

Графік кривої Q_1 (попит на товари першої необхідності, як функції купівельної спроможності) наведено на рис. 2.1. Крива $Q_1(r)$ починається з нуля і точки $r = 0$. Незалежно від заощадження і доходів, люди купують товари першої необхідності. Це життєва необхідність. Точка r_{10} на осі абсцис відповідає

значенню $r_{10} = \frac{U_0}{p}$, де U_0 – мінімальна зарплата, Q_{10} – прожитковий мінімум.

Попит Q_1 виходить на рівень насичення, який визначається фізіологічними потребами споживача.

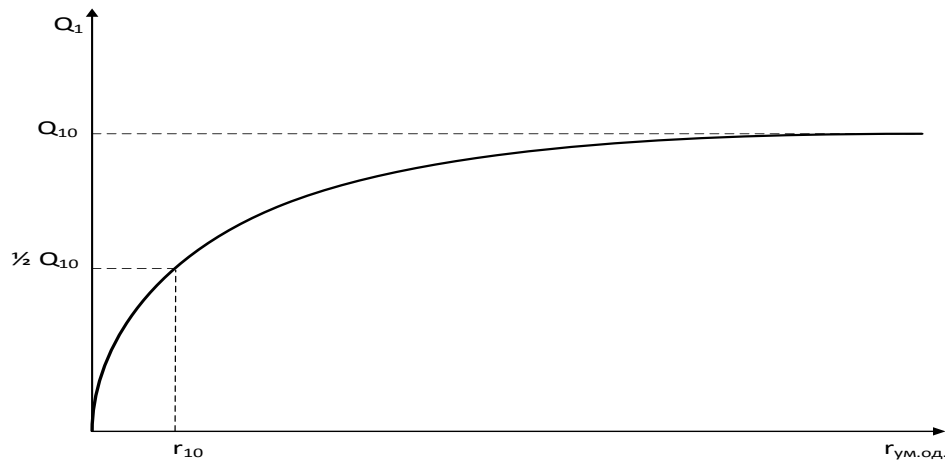


Рис.2.1. Залежність попиту на товари першої необхідності $Q_1(r)$ від купівельної спроможності r

Графік кривої попиту на товари тривалого вжитку (рис. 2.2) має іншу форму. Крива $Q_2(r)$ починається з певного порогу купівельної спроможності r_{\min} . На відміну від кривої $Q_1(r)$, крива $Q_2(r)$ не має порогу насиченості і плавно переходить у криву $Q_3(r)$ — криву попиту на товари розкоші. Попит $Q_3(r)$ на товари розкоші також не має меж насичення.

Залежно від купівельної спроможності r члени суспільства поділяються на бідних, середній клас і дуже багатих (до них належать олігархи). Бідними є сім'ї, які можуть купувати лише товари першої необхідності. Середній клас представлений сім'ями, які мають можливість повністю задовольняти попит на товари першої необхідності і купувати товари тривалого вжитку. Їх купівельна спроможність r більша за r_{\min} . Вони можуть забезпечити себе побутовою технікою, одержати і сплатити кредит на житло, автомобіль, а також спрямувати кошти на відпочинок, організацію праці, створення малих підприємств, накопичення заощаджень тощо. Олігархи мають можливість купити будь-які товари: дорогоцінні речі, дорогі автомобілі. Вони можуть створювати капітал та великі підприємства тощо.

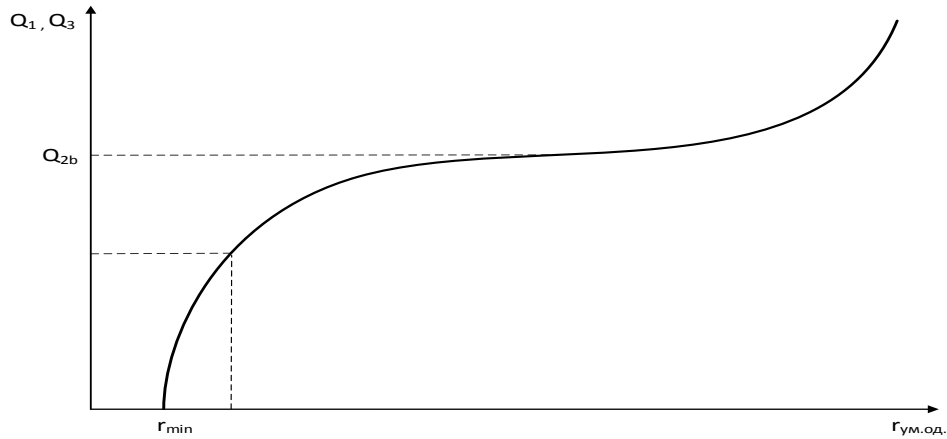


Рис.2.2. Залежність попиту на товари тривалого вжитку $Q_2(r)$ і на товари розкоші $Q_3(r)$ від купівельної спроможності r

Як випливає з досліджень про фактичний розподіл доходів і заощаджень у державах сучасного світу та модельних розрахунків, існують дві граничні моделі суспільства. Розподіл заощаджень і доходів серед населення у кожній з них подано у вигляді кривих на рис. 2.3. Причому по осі ординат відкладається кількість суб'єктів у суспільстві N , по осі абсцис – величина U – заощадження суб'єктів суспільства чи їх купівельна спроможність r , $r = \frac{U}{p}$, де p – узагальнена ціна.

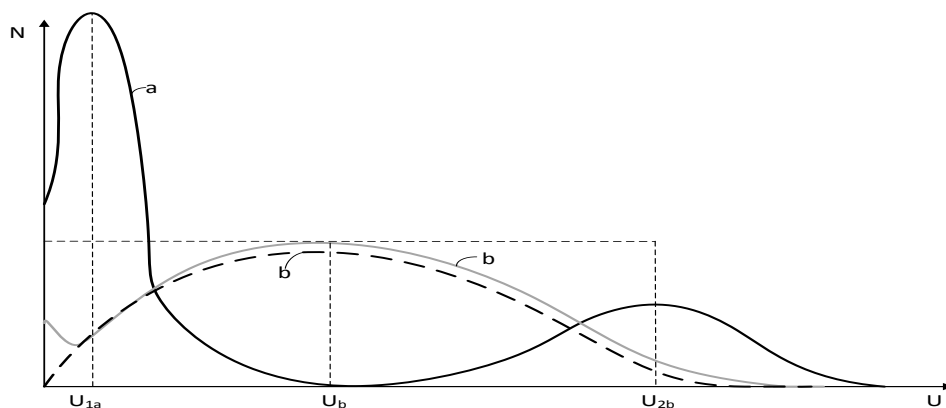


Рис.2.3. Економічна структура суспільства

Крива a описує бімодальне (з двома максимумами) суспільство, в якому багато бідних (перший великий максимум), немає середнього класу (мінімум на кривій a) і є певна кількість (другий нижчий максимум) багатих людей, причому другий максимум переходить у довгий «хвіст», що ілюструє кількість олігархів залежно від їх заощадження U . Крива b описує унімодальне (з одним максимумом) суспільство з домінуючим середнім класом, малою кількістю бідних і малою кількістю дуже багатих людей.

Штрихована крива b' зображує розподіл кількості вкладників в японських банках залежно від величини вкладів U , поданий в «Огляді трудової політики Японії за 1988 р.» [165].

Крива a описує розподіл заощаджень (доходів) серед членів суспільства, де переважна частина населення належить до класу бідних, де немає середнього класу, зате є широкий, за розмірами заощаджень, клас багатих і дуже багатих людей.

Крива b описує розподіл заощаджень (доходів) у суспільстві, де мало бідних і мало дуже багатих, а основна маса населення належить до середнього класу.

Обидва розподіли ЕСС динамічні, тобто такі, що змінюються з часом. Їх тривалість залежить від природи суспільства, а також від його самодисципліни, патріотизму, активного розуміння справедливості, своїх прав та обов'язків, якості законодавчої та виконавчої влади, рівня освіченості і професіоналізму, здоров'я нації, вміння співіснувати з природою тощо.

Картину реального розподілу типу a можна проілюструвати на прикладі колишнього СРСР та Росії [154]. Економічна структура суспільства в Радянському Союзі, характеризувалася бімодальною кривою типу a . Ціни вважалися фіксованими, основним показником доходів була зарплата. Середнього класу не існувало. До «горба» багатих входили працівники торгівлі, науки, культури, офіцери. «Хвоста» олігархів також не було. Максимуми «горбів», розташовані в точках U_{1a} і U_{2a} , розсунуті достатньо сильно. Це вказує на величезну різницю у доходах багатих та бідних у

колишньому СРСР. Поріг купівельної спроможності на товари тривалого вжитку r_{\min} був істотно великим (див. рис. 2.3). Криві ЕСС, що ілюструють стан у сучасній Росії, також належать до типу a . Характерно, що «хвіст» олігархів на кривій ЕСС з'являється в Росії в 1995-му. Другий «горб» на кривій a (кількість багатих росіян) був дуже широкий.

Крива економічної структури суспільства в Україні така ж, як і в Росії. На противагу Росії і Україні, середні зарплати у країнах ЄС на порядок вищі. Поріг r_{\min} (див. рис. 2.3) у ЄС має менше значення, ніж в Україні та Росії.

Існує тісний зв'язок між кривими попиту (рис. 2.1, 2.2), кривими, що ілюструють розподіл населення за заощадженням (чи доходами) (рис. 2.3), та державною політикою. Одним із головних мотивів діяльності суб'єктів суспільства з ринковою економікою є одержання прибутку. Прибуток власника залежить здебільшого від кількості виробленої та проданої продукції, від ціни продукції та її собівартості, від витрат на задоволення особистих потреб. Ціни на товари першої необхідності (рис. 2.1) без державного втручання завжди будуть тільки зростати. Це справедливо і для бімодального суспільства (типу a , рис. 2.3), і для унімодального (типу b , рис. 2.3), що підтверджується як історією людства, так і результатами математичних досліджень.

Проте певна відмінність процесів зростання ціни на товари першої необхідності в унімодальному та бімодальному суспільствах таки існує. В унімодальному суспільстві типу b переважна більшість населення має можливість повністю задовольняти свій попит на товари першої необхідності. Види та якість цих товарів стандартизовані, а ціни мають певне постійне контрольоване зростання у часі. Відповідно до цього і розвивається виробництво товарів першої необхідності.

У бімодальному суспільстві середні ціни на товари першої необхідності швидко зростають до значень, що відповідають значенням U під першим максимумом на рис. 2.3, далі, після певного сповільнення, мають

додаткову тенденцію зростання відповідно до купівельної спроможності багатого прошарку населення. При цьому спостерігається різка диференціація асортименту товарів першої необхідності. Регулюючі дії держави стикаються з нестандартною протидією ринку. В результаті формується широкий спектр якості товарів першої необхідності – від дешевих низької якості, доступних більшості бідного населення, до дорогих товарів високої якості і дуже дорогих – які доступні лише багатому населенню.

В обох типах ЕСС максимальний прибуток у торгівлі товарами першої необхідності досягається за гранично високої ціни. Тому в усіх країнах світу зростання цін обмежують. Держава регулює ціни на хліб, молоко, транспорт, газ, електроенергію, комунальні послуги тощо. Використовуються як економічні заходи (дотації, пільгове оподаткування), так і адміністративні (обмеження цін, антимонопольні закони та ін.). Що ж до цін на товари тривалого вжитку, то їх рівні істотно відрізняються залежно від типу суспільства (рис. 2.2). На відміну від кривої попиту на товари першої необхідності, крива попиту на товари довготривалого вжитку не є монотонною (рис. 2.1, 2.2). Вона має нульове значення аж до точки r_{\min} , а далі – різке зростання і перегин для областей дуже високих купівельних спроможностей дуже багатих сімей. Унаслідок цього ціни на товари довготривалого вжитку в унімодальному суспільстві встановлюються відповідно до області найбільшої купівельної спроможності – в області максимуму кривої b , що на рис. 2.3. У цій області зосереджена купівельна спроможність і попит населення, пов'язані з придбанням товарів тривалого вжитку. Це – область доходів більшості середнього класу. Виробництво самоорганізується так, аби ціни на товари тривалого вжитку відповідали області найбільшого попиту і розташовувалися навколо точки U_b , що на осі абсцис на рис. 2.3.

У бімодальному суспільстві заощадження переважної більшості населення зосереджене біля точки максимуму U_{1a} . Це – область купівельної

спроможності бідного населення. Ця область лежить зліва від точки r_{\min} , що на рис. 2.2, отже, більша частина населення позбавлена можливості купувати товари тривалого вжитку.

Розрахунки показують, що в бімодальному суспільстві є дві рівноважні ціни на товари тривалого вжитку. Одна відповідає точці U_b (купівельна спроможність середнього класу, (рис. 2.3), друга – широкій області довкола точки U_{2a} . До цього пристосовуються і пропозиція, і виробництво. Але середнього класу у бімодальному суспільстві немає. Його «законні» члени «зсунуті» в область першого максимуму, область бідних. Та й двох цін на один і той же товар у суспільстві не може бути. Тому ціна і виробництво зміщуються в область більшого попиту, а це – область доходів класу багатих. Тому, у бімодальному суспільстві ціни на товари тривалого вжитку є вищими, ніж в унімодальному.

Отже, бачимо сучасну ситуацію в Україні, де ціни на товари тривалого вжитку вищі, ніж у ЄС, і набагато вищі, у порівнянні їх із доходами тих членів українського суспільства, які, згідно зі світовою класифікацією, мали б належати до середнього класу.

Особливе становище складається в бімодальному суспільстві в галузі сільського господарства. Розрахунки показують, що система прямує до розвитку високопродуктивних господарств латифундистів і до натурального господарства переважної більшості сільського населення. Середній клас в особі, наприклад, фермерства, зникає. Ціни на потрібні фермерам товари перебувають не в області цін європейського середнього класу фермерів, а зсунуті в область купівельних можливостей латифундистів, тобто є значно вищими. Умови стійкості у часі розподілу населення за заощадженням, що характеризується кривою b можна сформулювати так: у стані b контактувати мають усі з усіма (правило 2). Контакти лише між представниками відокремленої групи (багаті з багатими, бідні – з бідними, середній клас – із середнім класом) призводять до зникнення середнього

класу і переходу до ситуації, коли багато бідних і «хвіст олігархів», що, як ми вже казали, веде до революції та насильницького перерозподілу майна.

У науковій літературі наведено результати багатьох досліджень, виконаних у наукових колективах Росії, США, Японії, країн ЄС, Китаю, Бразилії, Аргентини та інших держав, а тепер – і України.

У нових умовах незалежної держави Україна починала еволюцію своєї ЕСС з бімодального устрою радянського типу – типу *a*, що на рис. 2.3. Із суперзакритої держави у складі СРСР до 1990 року вона стає супервідкритою до капіталістичного світу після проголошення незалежності у 1991 році. На початку 90-х років минулого століття відбувається масове вивезення товарних мас з України за кордон, що призводить до збіднення товарних запасів на її теренах. Імпорт виробів електроніки, автомобілів, іншої техніки, медикаментів з-за кордону, спричинений низьким рівнем якості таких товарів українського виробництва, призвів до інфляції. У результаті відбулася масова втрата обігових коштів у переробній галузі і побутовій сфері. Україна перейшла на закупівлю і використання європейського секонд-хенду.

Умови конкурентоспроможності вітчизняної продукції за низького рівня технології виробництва є наслідком низьких зарплат. І як результат – масовий виїзд працездатного населення за кордон. Необмежене вивезення сировинних товарів, масовий розпродаж колгоспами свого майна, сприяння бюджетними коштами, дешева приватизація призвели до зародження і розвитку олігархів. Відбулася деформація правого максимуму кривої *a*, що на рис. 2.3. Учені, вчителі, лікарі, інженери, агрономи, кваліфіковані робітники, артисти театрів – усі вони перейшли до розряду бідних. Із суспільства радянського типу в Україні сформувалося нове суспільство з іще більш яскравою бімодальною економічною структурою.

Державне економічне регулювання щодо соціально-економічної структурованості суспільства було обмежене лише одним доходом: підвищення мінімальної заробітної плати. Це не могло змінити бімодального характеру ЕСС. Змінювалася лише одиниця виміру заощадження –

мінімальна зарплата. І майже синхронно зростала ціна на продукти першої необхідності. Ущільнювалася шкала заробітних плат, чим порушувався закон вартості праці. Нині в Україні ціни на товари тривалого вжитку відповідають платоспроможності багатих людей, їх заощадження розташовуються в області другого максимуму на кривій a , що на рис. 2.3. Ці ціни є значно вищі, ніж мали б бути, якби в державі панував середній клас.

Як уже було сказано, панівний середній клас, за умови його створення, є самоузгодженою самоутримуючою частиною більшості українського суспільства. З економічного погляду, в такому суспільстві врівноважуються пропозиція і попит; із соціального – забезпечується справедлива оцінка вартості праці; з політичного – таке суспільство є відкритою, комунікабельною демократією, конкурентоспроможним із зовнішнім світом.

Стимулювання власного виробництва товарів і послуг, конкурентоспроможних за якістю і ціною продукції, що відповідають купівельній спроможності середнього класу, є життєво важливим, зокрема у сільськогосподарській галузі. потрібно сприяти розвитку фермерських господарств. Панування середнього класу має бути закріплене відповідними державними законами, постановами.

Висновки до розділу 2

1. Проведено аналіз загальних методів моделювання складних динамічних систем та отриманих у ході моделювання результатів. Наявний досвід вивчення та моделювання складних динамічних систем різної природи показує, що їм притаманні такі особливості: багатопараметричність, динамічна нестійкість соціальних процесів, їх багаторівневість і різномасштабність, слабка формалізація багатьох параметрів та інші. Складні динамічні системи часто мають один або кілька стійких станів (атракторів), можливий лише певний набір шляхів, що відповідає наявним структурам-атракторам.

2. Еволюція економічних систем постійно змінює їх структуру та характеристики і значною мірою залежить від 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. Економічна структура суспільства, як правило, задається відповідними розподілами чи функціями розподілу, побудова яких є окремою задачею, рівень складності якої безпосередньо залежить від наявності вихідної інформації, методологічного та методичного інструментарію. Економічна структура суспільства впливає на різні сфери економіки та процеси прийняття відповідних рішень, тому її явне чи неявне урахування при побудові моделей соціально-економічних систем є актуальним і науково обґрунтованим.

3. Важливу роль в економіко-математичному моделюванні соціально-економічних процесів відіграють так звані функції економічної поведінки учасників господарських відносин. До таких функцій належать функції попиту на продукцію та її споживання, функції випуску та пропозиції продукції, функції утилізації забруднення та попиту на нього і інші. Як окремі моделі функції економічної поведінки дозволяють визначити ряд кількісних і якісних характеристик досліджуваного явища, а як окремі блоки (підмоделі) більш загальних структурних моделей – формалізувати множину зв'язків між елементами системи та критерії її раціонального чи оптимального функціонування. Моделювання функцій економічної поведінки базується на різних концептуальних і методологічних підходах, які тісно пов'язані з призначенням цих функцій та їх апріорними властивостями.

4. Необхідність вивчення складних соціально-економічних систем в умовах економічно структурованого суспільства призвела до побудови та використання таких функцій економічної поведінки як функції попиту на продукцію та її випуску (виробничих функцій), залежних від фінансової спроможності окремих елементів суспільства. Під фінансовою спроможністю споживача розуміється його купівельна спроможність, а виробника –

вкладені (оборотні) засоби у виробництво продукції (капіталозабезпечення виробництва), які зручно виражати не в грошах, а у відношенні грошей до усередненої ціни продукції. Конкретні функції економічної поведінки такого типу запропоновано у роботі, досліджено їх властивості і обґрунтовано необхідність їх застосування у моделях загальної економічної динаміки.

5. Розроблено концепцію моделювання поведінки і структури складних соціально-економічних систем у просторі економічних змінних з розширеною системою показників економічної структури суспільства. Нелінійні моделі і методи, представлені у концепції, включають базові моделі та імітаційні моделі, що базуються на застосуванні методів експериментальної економіки. Базова модель дозволяє на теоретичному рівні здійснити її якісний аналіз, встановити поведінку її розв'язків та тенденції розвитку описуваного нею процесу, явища тощо. Імітаційна модель за допомогою наперед розроблених сценаріїв дозволяє розглянути різні варіанти розвитку досліджуваних явищ, а також побудувати обґрунтовані прогнози для еволюції цих явищ. Зазначимо також, що як базові, так і імітаційні моделі є окремими підсистемами загальної інформаційно-експертної системи оцінювання, прогнозування та регулювання економіки.

РОЗДІЛ 3

МУЛЬТИСТАБІЛЬНІСТЬ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Модель рівноважних економічних станів

Розглянемо базову модель ринкової економіки. Особливий статус даних моделей полягає у тому, що їх легко звести до моделей з мінімально структурованим суспільством (у плані економічної структури) або так званих «мінімальних», а також – до моделей з розширеною або й зовсім деталізованою економічною структурою суспільства, що власне призведе до побудови імітаційних моделей як за своєю сутністю, так і за своїм призначенням. Базова модель дозволяє на теоретичному рівні здійснити її якісний аналіз, встановити поведінку її розв'язків та тенденції розвитку описуваного нею процесу, явища тощо. Імітаційна модель за допомогою наперед розроблених сценаріїв дозволяє розглянути різні варіанти розвитку досліджуваних явищ, а також побудувати обґрунтовані прогнози для еволюції цих явищ. Зазначимо також, що як базові, так і імітаційні моделі часто є окремими підсистемами загальної інформаційно-експертної системи оцінювання, прогнозування та регулювання економіки. При цьому імітаційні експерименти дозволяють остаточно завершити верифікацію математичних моделей і є достатньо ефективним етапом для апробації побудованих моделей і їх практичного застосування.

У даному випадку мета моделі – з'ясувати, у яких станах може функціонувати самодостатня країна в умовах ринкової економіки і під час відсутності впливу інших країн, скільки таких станів і які переходи між ними.

У найпростішому випадку розглядається агрегована економіка, яка виробляє єдиний агрегований суспільний продукт, до якого має безпосередній стосунок та суспільна група людей, яка володіє засобами виробництва й

організовує його, та суспільна група людей, яка виробляє агрегований продукт. Інакше кажучи, розглядаються суспільні групи власників капіталу та робітників. Тобто, будемо вважати, що учасники економіки виробляють і споживають один агрегований продукт ціною p , який охоплює товари першої необхідності й довготривалого вжитку. Цей продукт виробляють m приватних підприємств, що належать власникам, які мають один і той же розмір заощаджень (капіталу) u_m . На цих підприємствах працює n робітників, що мають заощадження u_n і отримують заробітну плату, на яку кожний власник витрачає частку виготовленого продукту з коефіцієнтами пропорційності s_1 . Зауважимо, що названі припущення не є універсальними для всіх форм ринкових відносин.

Будемо вважати, що загальна кількість грошей в економіці U є сталою величиною $nu_n + mu_m = U = const$. Це означає, що має місце закон збереження суми накопичень власників та робітників. Тоді заощадження одного робітника:

$$u_n = (U - mu_m)/n.$$

Установимо правило поведінки щодо заощаджень u_m власників підприємств. Доходи власників підприємств дорівнюють вартості проданої продукції. Витрати власників підприємств дорівнюють видаткам на особисте споживання, виробничі потреби та на заробітну плату робітникам. Тобто, швидкість зміни заощаджень власника підприємств прямо залежить від різниці між доходом від збуту продукції та видатками на виробничі потреби й особисте споживання:

$$\frac{du_m}{dt} = \frac{p}{m} [mQ(r_m) + nQ(r_n)] - ps_1F(z_m) - p(\lambda + \kappa)F(z_m), \quad (3.1.1)$$

де r_m – купівельна спроможність власників підприємств; r_n – купівельна спроможність робітників; $Q(r_m)$, $Q(r_n)$ – кількість товару, придбаного відповідно одним власником підприємства і одним робітником. Величина $p(mQ(r_m) + nQ(r_n))/m$ – це дохід від збуту товару, який припадає на одного підприємця.

Видатки підприємця пропорційні розміру виготовленого ним продукту $F(z_m)$. До виробничих витрат належить заробітна плата робітникам (коефіцієнт s_1), виробничі витрати (коефіцієнт λ) і податок (коефіцієнт κ). $F(z_m)$ – обсяг виробленого продукту у натуральних одиницях; $pF(z_m)$ – вартість виробленого продукту; $s_1F(z_m)$ – витрати одного підприємця на зарплату робітникам; $(\lambda + \kappa)F(z_m)$ – виробничі видатки підприємця з урахуванням податку.

Далі встановимо правило поведінки, яке описує зміну ціни p агрегованого продукту. Швидкість зміни ціни товару прямо залежить від різниці між обсягами попиту і пропозиції:

$$\frac{dp}{dt} = \theta [nQ(r_n) + mQ(r_m) - mF(z_m)], \quad (3.1.2)$$

де θ – параметр інерційності, який описує характерний час встановлення ціни при зміні різниці між обсягами споживання і пропозиції, $nQ(r_n)$ – кількість товару, купленого робітниками; $mQ(r_m)$ – кількість товару, купленого підприємцями; $nQ(r_n) + mQ(r_m)$ – «попит на агрегований продукт». Кількість товару, виготовленого на m підприємствах дорівнює $mF(z_m)$ – величина пропозиції.

Зауважимо, що дохід підприємця в цих рівняннях виражений сумою функцій $p[nQ(r_n) + mQ(r_m)]$, а виробничі витрати пропорційні обсягам виробництва $F(z_m)$, що виражає характерну властивість ринкової товарної економіки.

Виробництво або купівля кожної одиниці товару змінює співвідношення параметрів рівняння (3.1.2). Це означає, що кожна (фінансово-торгова) акція на ринку змінює його стан.

У рівняннях (3.1.1), (3.1.2) динамічні змінні u_m , p виражено через функцію споживання Q і виробничу функцію F , які залежать від купівельних спроможностей робітників r_n і підприємців r_m та

капіталозабезпечення виробництва z_m . За означенням величини r_n, r_m, z_m залежать від u_m, p :

$$r_n = u_n / p = (U - tu_m) / (np); \quad r_m = \alpha u_m / p; \quad z_m = \beta u_m / p,$$

де α – частка витрат підприємця на особисте споживання; β – частка витрат підприємця на виробничі потреби; $\alpha + \beta = 1$.

Надалі будемо вважати, що всі ці функції є неперервними та достатню кількість гладкими (у разі потреби), що забезпечує у сукупності з іншими умовами (початковими) існування та єдиність розв'язку задач Коші, до яких пропонвані моделі зводяться.

Підставляючи встановлені значення r_n, r_m, z_m в рівняння (3.1.1), (3.1.2), отримуємо систему звичайних диференціальних рівнянь (у повних похідних), відносно динамічних змінних u_m, p :

$$\frac{du_m}{dt} = \frac{p}{m} \left[mQ \left(\frac{\alpha u_m}{p} \right) + nQ \left(\frac{U - tu_m}{np} \right) \right] - p(s_1 + \lambda + \kappa) F \left(\frac{\beta u_m}{p} \right), \quad (3.1.3)$$

$$\frac{dp}{dt} = \theta \left[mQ \left(\frac{\alpha u_m}{p} \right) + nQ \left(\frac{U - tu_m}{np} \right) - mF \left(\frac{\beta u_m}{p} \right) \right]. \quad (3.1.4)$$

Система рівнянь (3.1.3), (3.1.4) з початковими умовами

$$u_m(t_0) = u_m^0; \quad p(t_0) = p^0, \quad (3.1.5)$$

які задають значення розв'язків в момент часу $t = t_0$, має єдиний розв'язок, що імітує динамічну зміну величин u_m, p з часом.

Якісний аналіз розв'язків базової моделі ринкової економіки

Для дослідження економіки важливо з'ясувати, за яких умов економічна система тривалий час перебуває в певному одному й тому ж стані. Здійснимо якісний аналіз моделі (3.1.3)-(3.1.4), проаналізувавши можливі стани рівноваги, у якому заощадження працівників та власників

підприємств, а також ціни на агрегований продукт набувають сталих значень (протягом певного періоду часу): $u_m = const$, $p = const$. Такий розв'язок системи (3.1.3)-(3.1.4) називається стаціонарним і визначається умовами

$$\frac{d}{dt}u_m = 0; \quad \frac{d}{dt}p = 0 \quad \text{або умовами:}$$

$$mQ(\alpha u_m / p) + nQ((U - tu_m)/(np)) = m(s_1 + \lambda + \kappa)F(\beta u_m / p), \quad (3.1.6)$$

$$nQ((U - tu_m)/(np)) + mQ(\alpha u_m / p) = mF(\beta u_m / p). \quad (3.1.7)$$

Стаціонарні розв'язки $u_m = const$, $p = const$ відображають рівноважні стани динамічної системи.

Розглянемо стійкі стани системи (3.1.3), (3.1.4), тобто – алгебричні розв'язки системи (3.1.6), (3.1.7). Скориставшись співвідношеннями (3.1.1), (3.1.2), (3.1.4), (3.1.5), зведемо рівняння (3.1.3) до вигляду, доступного для дослідження.

Позначивши через A та B відповідно коефіцієнти біля лівої та правої частин рівняння (3.1.6) та врахувавши той факт, що насправді функції попиту та випуску продукції залежать від одного аргументу $r = u_m / p$ отримуємо рівняння

$$AQ(r) = BF(r). \quad (3.1.8)$$

Функції $Q(r)$ та $F(r)$, що входять у співвідношення (3.1.8) є функціями, що належать розглянутим у попередньому розділі класам функцій попиту та випуску. При цьому графік функції $Q(r)$ є розтягом вздовж осі абсцис у $1/\alpha$ разів ($\alpha < 1, 1/\alpha > 1$) графіка функції $Q(r)$, а графік функції $F(r)$ є розтягом або стиском вздовж осі абсцис графіка функції $F(r)$. Інакше кажучи, коефіцієнти при змінній r у функціях Q, F не змінюють закономірності поведінки графіків цих функцій, вони є лише відповідними коефіцієнтами стиску чи розтягу. Аналогічну роль відіграють коефіцієнти A та B , тільки стиснення або розтяг графіків відповідних функцій відбувається вздовж осі ординат.

Об'єктивно організаційні та виробничі процеси в економіці відбуваються так, що кількість виробленого продукту приблизно дорівнює попиту. Це означає, що функції $Q(r)$, $F(r)$ мають близькі значення і перетинаються, тобто рівняння (3.1.7) має розв'язки.

Зазначимо, що незмінність ціни p на деякому проміжку часу означає, що на цьому проміжку (при зроблених вище припущеннях)

$$\frac{dr}{dt} = \frac{1}{p} \frac{du_m}{dt} = \frac{1}{p} [AQ(r) - BF(r)],$$

тобто задачі аналізу рівноважних точок для капіталу u_m і фінансової спроможності $r = u_m/p$ рівносильні. Саме тому рівняння (3.1.7) також можна вважати як рівняння відносно змінної r (а не u_m).

Проаналізувати розв'язки рівняння (3.1.8) можна на основі графічного методу. За фінансової спроможності, що є розв'язком цього рівняння та відповідних цінах економіка, що описується співвідношеннями (3.1.3)-(3.1.5), може тривалий час перебувати у стійкому чи нестійкому стані. Вивчимо можливі варіанти цих станів, скориставшись графічною ілюстрацією рівняння (3.1.8), представленою на рис. 3.1.1.

На рис. 3.1.1 відображено графіки функцій $AQ(r)$, $BF(r)$, залежних від капіталозабезпечення r . Абсциси точок перетину функцій $AQ(r)$, $BF(r)$ – це шукані розв'язки рівняння (3.1.8). Ці розв'язки характеризуються різною фінансовою спроможністю споживача та допустимістю товару споживачеві. Одні з них є економічно стійкими (S_1, S_2) , а інші (S_0, N_1, N_2) – економічно нестійкими. Зауважимо, що рівняння (3.1.8) не обов'язково має п'ять нетривіальних розв'язків. Це одна з можливих ситуацій.

У точках, які відповідають умові $AQ(r) = BF(r)$, кількість спожитого продукту $AQ(r)$ дорівнює кількості виробленого продукту $BF(r)$. Такі стани є «економічно вигідні», адже в них нема ні перевиробництва $BF(r) > AQ(r)$, ні дефіциту $AQ(r) > BF(r)$.

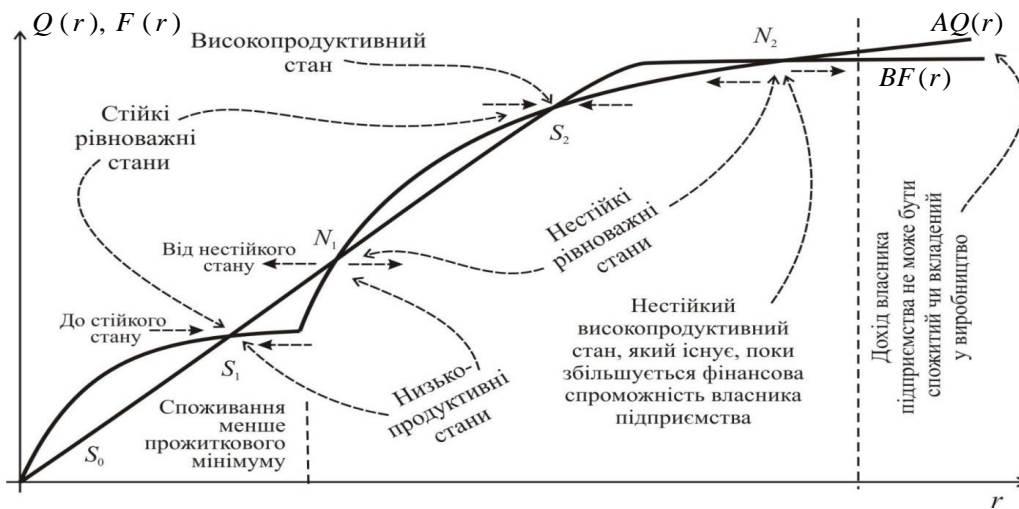


Рис. 3.1.1. Схематична ілюстрація можливих розв'язків рівняння (3.1.8)

Розглянемо стійкість описаних рівноважних станів. У стійких положеннях рівноваги мале відхилення від них викликає дію, котра повертає систему у стан рівноваги. У нестійких положеннях рівноваги, – навпаки, – мале відхилення від них викликає дію, котра посилює це відхилення. Додамо, що «мале відхилення» може мати природу, яка виходить за рамки класичної динаміки, – його, наприклад, викликають зовнішні флуктуації.

При $0 < r < r_s^{(1)}$ ($r_s^{(1)}$ – абсциса точки перетину S_1) $AQ(r) > BF(r)$ і $\dot{r} > 0$, тобто для всіх траєкторій фінансової спроможності r , що починаються у довільній точці $r^{(0)} \in (0, r_s^{(1)})$, значення r буде зростати, доки не досягне значення $r_s^{(1)}$. Якщо у початковий момент часу t_0 фінансова спроможність власників підприємств знаходилась у точці рівноваги $r_s^{(0)} = 0 = r^{(0)}$, то будь-яке зрушення з цієї точки вправо приведе до значення $r > 0$, що буде надалі віддалятися від нульової точки. Це означає, що точка рівноваги S_0 , якій відповідає абсциса $r_s^{(0)} = 0$, нестійка.

Початкова точка S_0 відображає такий стан економіки, у якому немає ні виробництва, ні споживання, оскільки фінансова спроможність є нульовою. При відсутності фінансової спроможності товарне виробництво неможливе, тобто в умовах сучасної економіки стан S_0 практично неможливий.

При $r_S^{(1)} < r < r_N^{(1)}$ ($r_N^{(1)}$ – абсциса точки перетину N_1) виконується умова $AQ(r) < BF(r)$, тобто $\dot{r} < 0$ і r буде спадати, доки не досягне $r_S^{(1)}$, тобто малі відхилення початкового значення $r^{(0)}$ вправо від $r_S^{(1)}$ повертають фінансову спроможність r назад до $r_S^{(1)}$ (рис. 3.1.2). Це означає, що точка рівноваги S_1 є стійкою.

Стан S_1 характеризує ситуацію, коли фінансова спроможність власника (підприємця) менша від прожиткового мінімуму, тому у нього немає коштів (капіталу) на виробничу діяльність, тобто на придбання виробничих ресурсів, обладнання тощо. Брак початкового оборотного капіталу є проблемою слабо розвинутих країн і країн з перехідною економікою, зокрема це стосується і нашої країни. Державне регулювання підприємницької діяльності в цих умовах повинно бути спрямоване на збереження цієї діяльності та досягнення власниками підприємств фінансової спроможності, що переважає прожитковий мінімум. Інакше кажучи, всі зусилля держави у даному випадку повинні бути пов'язані з виходом із стану S_1 , який є низькопродуктивний, а отже шкідливий для суспільства.

Стан S_1 стійкий, оскільки зміщення фінансової спроможності вліво від абсциси $r_S^{(1)}$ точки перетину S_1 приводить до зростання дефіциту товару (продукції), що в свою чергу викличе зростання цін і доходу виробника, а значить і зростання його капіталозабезпечення та розширення виробництва. Інакше кажучи, незначні відхилення (збурення) фінансової спроможності вліво від $r_S^{(1)}$ повертають її до $r_S^{(1)}$, тобто до стану S_1 . Аналогічна ситуація зі збуренням r вправо від $r_S^{(1)}$, адже тоді виникне перевиробництво продукції, що призведе до надлишку товару, а значить зменшення ціни і доходу, наслідком чого буде зменшення капіталозабезпечення та скорочення виробництва. Отже, фінансова спроможність r після її незначного збурення вправо також повертається до $r_S^{(1)}$, тобто до стану S_1 . Як бачимо, у стійкому

положенні рівноваги малі відхилення від нього викликають зворотну дію, яка повертає систему у стан рівноваги.

При $r_N^{(1)} < r < r_s^{(2)}$ знову $AQ(r) > BF(r)$. Це означає, що $\dot{r} > 0$ і всі траєкторії фінансової спроможності з початковою точкою $r^{(0)} \in (r_N^{(1)}, r_s^{(2)})$ будуть зростати, доки не досягнуть значення $r_s^{(2)}$. Оскільки зліва від $r_N^{(1)}$ такі траєкторії спадають, то точка N_1 нестійка.

Нестійкість стану N_1 легко пояснити і в економічному сенсі (рис. 3.1.3). При переході зі стану S_1 у стан N_1 власник (підприємець) покращує рівень своєї виробничої діяльності та споживання, яке у стані N_1 є вищим за прожитковий мінімум. Стан N_1 нестійкий і економічно неефективний, бо виробництво та споживання у цьому стані знаходяться ще на досить низькому рівні. Стан N_1 (як і S_1) низькопродуктивний. Обидва стани (S_1 і N_1) характеризують наявність економічної стагнації, властивої багатьом економічним і еколого-економічним системам, що розвиваються. У цих станах перебуває переважна кількість середніх і малих підприємств нашої країни.

Нестійкість стану N_1 впливає з наступних міркувань. Відхилення фінансової спроможності r вліво від абсциси $r_N^{(1)}$ стану N_1 супроводжується зменшенням споживання та фінансової спроможності виробників, що приводить до зменшення обсягів виробництва і переходу системи у стан S_1 . Відхилення r вправо від $r_N^{(1)}$ збільшує споживання, що викликає збільшення виробництва і переходу до стану S_2 .

На відміну від станів S_1, N_1 наступні можливі стани S_2, N_2 високопродуктивні. Вони відрізняються значно вищими можливостями щодо виробництва та споживання, оскільки у них вища фінансова спроможність. Стан S_2 характерний для підприємців (власників) розвинутих країн (наприклад, країн Західної Європи та Східної Азії). Перехід від станів S_1 і N_1

до стану S_2 – стратегічно важлива мета країн з низькопродуктивною економікою, хоча у багатьох з них державне регулювання не пов'язане з даною метою.

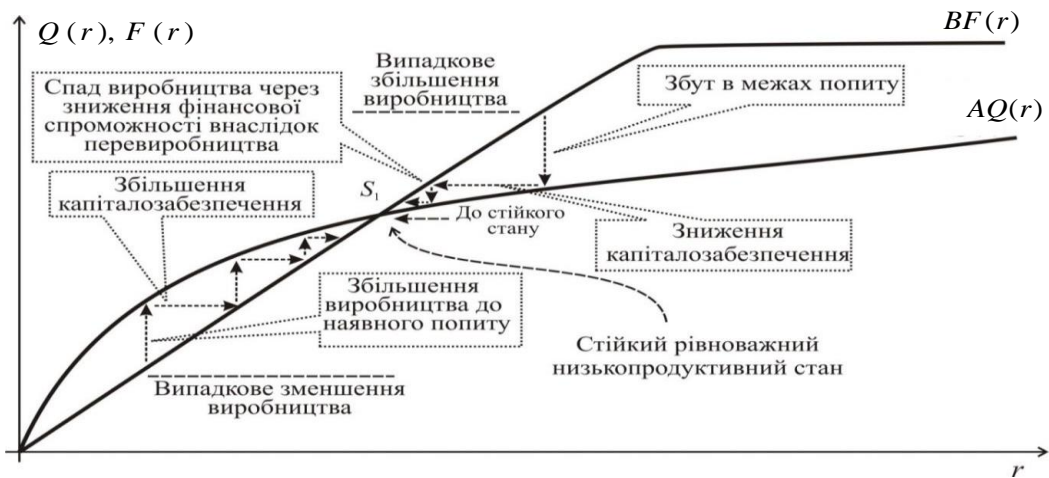


Рис. 3.1.2. Ілюстрація економічної стійкості низькопродуктивного стану S_1

Нескладно переконатися, що стан S_2 стійкий, а стан N_2 нестійкий. Ці факти обґрунтовуються аналогічно, як у випадку стійкості стану S_1 та нестійкості стану N_1 . Особливість стану N_2 полягає у тому, що правіше від нього уже немає станів рівноваги. Незначні відхилення від стану N_2 вліво приводять систему до стану S_2 , а вправо – до зростання фінансової спроможності та споживання, що суттєво впливає на перерозподіл фінансових ресурсів між учасниками економіки. Власники підприємств, які досягли стану N_2 стають олігархами, а економіка, у якій більшість ліквідних ресурсів належить підприємцям, що перебувають у стані N_2 , перетворюється у олігархічну економіку. Олігархи постійно намагаються збільшити свої статки, що породжує соціальну небезпеку. Сучасна українська економіка також має ознаки олігархічної економіки.

Розглянемо особливості переходу економіки з одного стану в інший. Лінію в просторі (u_m, p) , яка розділяє області притягання стійких станів S_1, S_2 називають сепаратрисою (рис. 3.1.4).

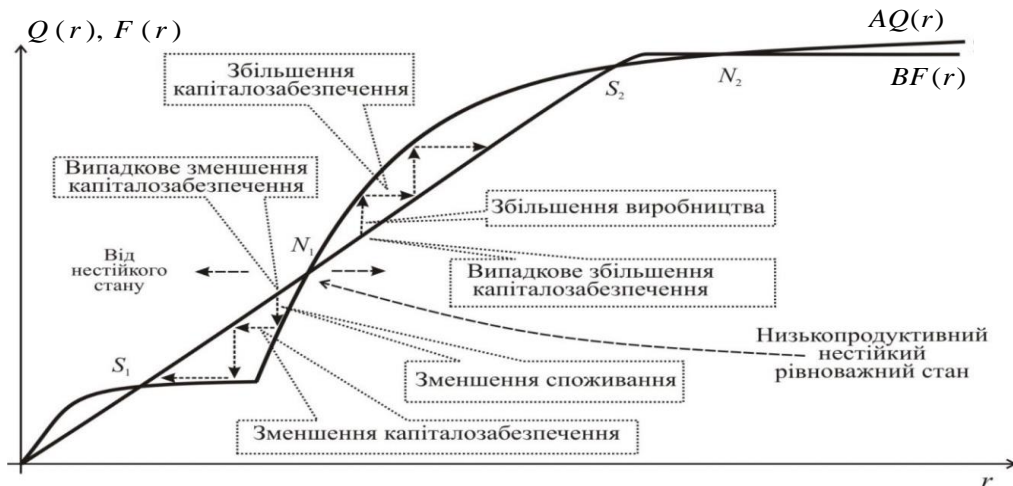


Рис. 3.1.3. Ілюстрація економічної нестійкості низькопродуктивного стану N_1

Переведення системи за лінію сепаратриси викликає біфуркацію зміни стійкого стану цієї системи. Біфуркаційний перехід $S_1 \rightarrow S_2$ (з низькопродуктивного стану у високопродуктивний) відомий як «економічне диво». Його приклади відомі з історії Японії, Сінгапуру. Зворотний біфуркаційний перехід $S_2 \rightarrow S_1$ (з високопродуктивного стану у низькопродуктивний) є виявом економічної кризи. На жаль, саме така криза відбулася в нашій країні (та інших країнах колишнього Радянського Союзу) протягом 1990-х років.

Інакше кажучи, йдеться про особливе значення початкових умов (станів) (3.1.5). Оскільки нас в першу чергу цікавлять стійкі стани рівноваги S_1, S_2 , то слід зазначити, кожному з цих станів відповідає своя «область притягання», знаходячись в якій, система обов'язково буде рухатись до «центру притягання», тобто в даному випадку до відповідного стійкого стану. Щоб вивести систему, наприклад з області низькопродуктивного

стійкого стану S_1 , потрібно таким чином змінити початкові (3.1.5), щоб вони потрапили у область високопродуктивного стану S_2 , а далі система під впливом власної еволюції попаде у стан S_2 . Перехід системи з однієї області у іншу через сепаратрису є біфуркаційним переходом. При цьому перехід із S_1 у S_2 відомий як «економічне диво», а із S_2 у S_1 – як «економічна криза» (саме така криза відбувалась у нашій країні після розпаду колишнього Радянського Союзу). Реалізація такого переходу належить до розряду складних задач, які можуть бути розв'язані або за допомогою потужних зовнішніх фінансових інвестицій, вкладених у економіку, або внаслідок зміни параметрів функцій споживання і випуску, що в кінцевому результаті приводить до бажаної зміни початкових умов.

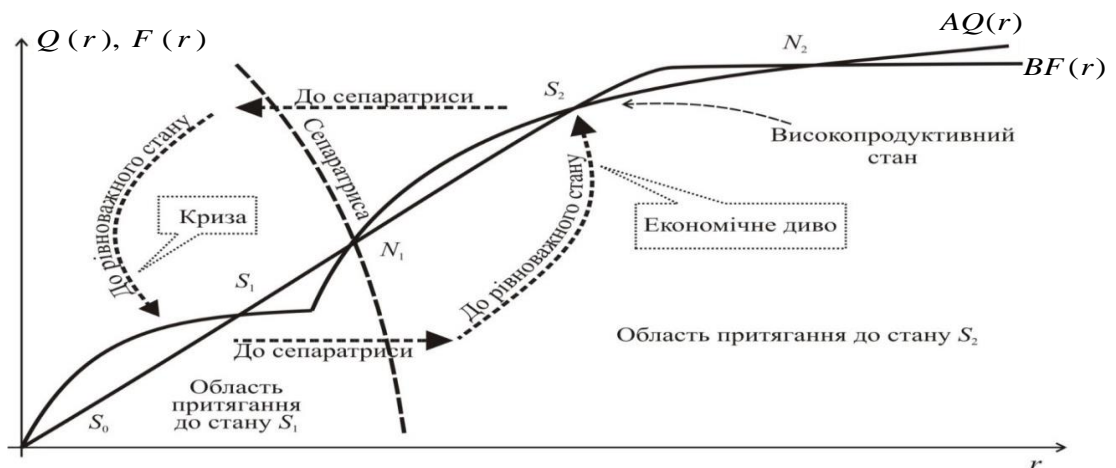


Рис. 3.1.4. Схематична ілюстрація до переходу системи між станами S_1, S_2

Вище розглянено такі функції споживання і випуску продукції, які забезпечують існування п'яти рівноважних станів. Можливі також ситуації, коли рівноважних станів менше. Виникнення рівноважних станів залежить не лише від фінансової спроможності, на це також впливають параметри функцій споживання та особливо виробничих функцій, які суттєво залежать від технологій і виробничих нововведень. На рис. 3.1.5-3.1.6 показано деякі

можливі співвідношення між функціями $Q(r)$ і $F(r)$, які зумовлені тими чи іншими факторами в основному виробничому секторі.

На рис. 3.1.5 зображено ситуацію, в якій зникли стійкий S_2 та нестійкий N_2 стани внаслідок недостатньої ефективності виробництва. У нашій країні це відбулося під час припинення діяльності великих підприємств на початку ринкових реформ.

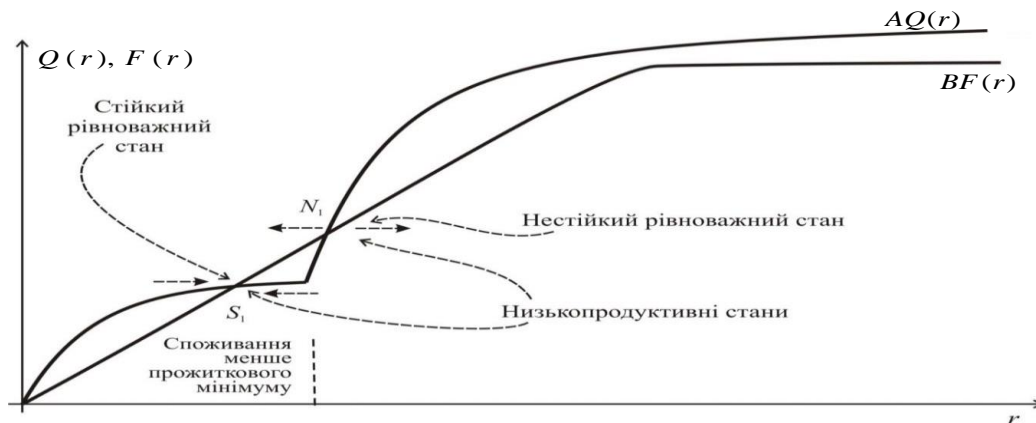


Рис. 3.1.5. Схематична ілюстрація можливих розв'язків рівняння (3.1.8) для економіки без високопродуктивних станів

Тобто, на рис. 3.1.5 зображено рівноважні стани, які відповідають виробництву на рівні низькопродуктивної економіки. Історично такі умови існували за умов кустарного товарного виробництва.

Важливо, що деякі з таких рівноважних станів шкідливі з погляду соціальних, економічних інтересів суспільства. У деяких публікаціях їх називають «інституційними пастками». З отриманого узагальнення приходимо до такого висновку. Спершу внаслідок зміни продуктивності технологій в економічній системі виникає можливість існування «інституційної пастки» (у сенсі небажаного рівноважного стану), а пізніше, – внаслідок зміни фінансової спроможності виробників, соціально-економічна система опиняється в такій «інституційній пастці». Зауважимо, що тут наголошено на «інституційності» з уваги на вплив комплексу соціальних

факторів, які призводять до того, що можливий небажаний соціально-економічний рівноважний стан проявляється як дійсний стан суспільства.

На рис. 3.1.6 показано ситуацію, за якої доходи підприємців дорівнюють витратам лише за двох умов – для відсутності виробництва і для власників надзвичайно великих підприємств. За такого співвідношення між функцією попиту і виробничою функціями виникає гостра соціальна поляризація суспільства, виникають соціальні групи, які «вилучені з економіки» в сенсі недоступності ринків збуту їхньої продукції та недостатності коштів для виробництва товарів для цих ринків.

Описані вище рівноважні стани є можливими за зміни продуктивності технологій від відсутності виробництва до виробництва в надзвичайно великих обсягах.



Рис. 3.1.6. Схематична ілюстрація можливих розв'язків рівняння (3.1.9) для економіки з гострою соціальною нерівністю

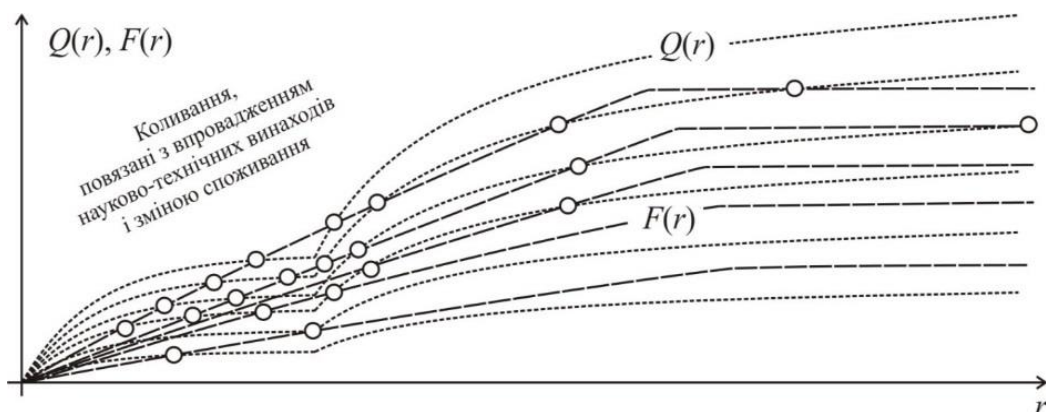


Рис. 3.1.7. Ілюстрація до зміщення рівноважних економічних станів внаслідок зміни функції споживання і виробничої функції

Підсумовуючи вищевикладене, зазначимо, що виробничі функції та функції споживання, від яких залежить кількість рівноважних станів змінюються з часом, що й приводить до зміни кількості та якісних характеристик рівноважних станів, тобто до постійної еволюції економічних, еколого-економічних та соціально-економічних систем.

На завершення даного пункту зробимо ще одне важливе доповнення стосовно якісного аналізу запропонованих моделей, зокрема вище дослідженої моделі. Різниця $D(r) = AQ(r) - BF(r)$ є у певному розумінні залежним від фінансової спроможності $r = u_m/p$ надлишковим попитом щодо агрегованого продукту. Точки рівноваги – це точки, для яких $D(r) = 0$, тобто виконується співвідношення (3.1.8). Крім показника $D(r)$, для аналізу точок рівноваги можна використати також інтегральний показник [8]

$$V(r) = \int_0^r D(x) dx = \int_0^r [AQ(x) - BF(x)] dx, \quad (3.1.9)$$

який відображає платоспроможний попит на агрегований продукт та платоспроможність щодо виробництва цього продукту. Очевидно, точки рівноваги (точки, що є розв'язком рівняння (3.1.8)) є точками можливих екстремумів функції $V(r)$, оскільки

$$V'(r) = AQ(r) - BF(r) = D(r) = 0. \quad (3.1.10)$$

Зауважимо, що права частина (3.1.8) є інтегралом із змінною верхньою межею, тому похідна від цього інтеграла дорівнює підінтегральній функції. Отже, ввівши показник платоспроможності (3.1.9), ми звели задачу знаходження рівноважних точок до знаходження розв'язків рівняння (3.1.10), що збігається із (3.1.8).

Оскільки знак похідної $V'(r)$ визначається знаком різниці $D(r) = AQ(r) - BF(r)$, то у точках стійкої рівноваги похідна змінює свій знак з «+» на «-», а у точках нестійкої рівноваги з «-» на «+». Це означає, що у точках стійкої рівноваги показник $V(r)$ досягає максимуму, а у точках

нестійкої рівноваги – мінімуму. Підкреслимо, що ці висновки стосуються проаналізованої вище ситуації (рис. 3.1.8).

Потенціал $V(r)$ досягає локального мінімуму в точках N_1, N_2 . У цих точках динамічна система перебуває у нестійкій рівновазі. Потенціал $V(r)$ досягає локального максимуму в точках S_1, S_2 у яких динамічна система перебуває у стані стійкої рівноваги.

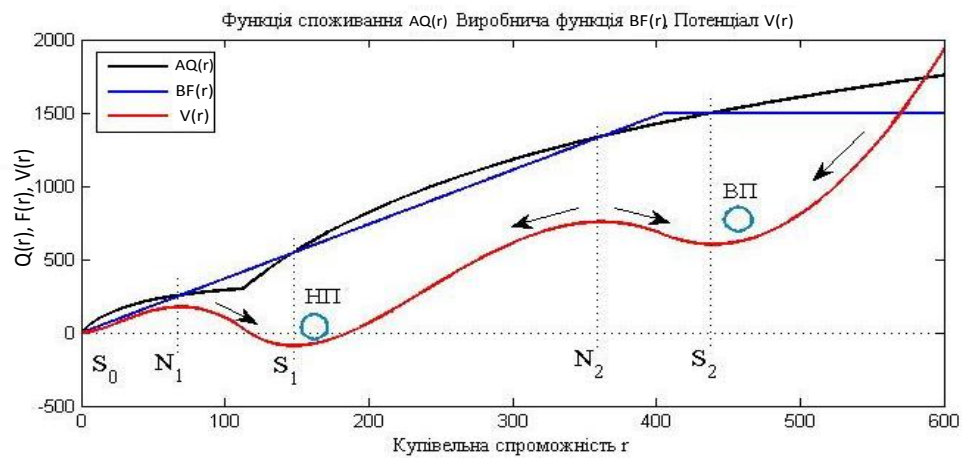


Рис. 3.1.8. Графіки функції споживання $Q(r)$, виробничої функції $F(r)$ та потенціалу $V(r)$

Потенціал $V(r)$ описує лінію (одномірну поверхню), по якій рухається точка $(r, V(r))$, що відображає стан динамічної системи в силовому полі. Точка $(r, V(r))$, яка зображує стан системи «скочується» в одну з двох «ям» – стійкий низькопродуктивний або високопродуктивний стан, або прямує до стану S_0 , який відображає *натуральне виробництво*.

Загалом, сучасна економіка України (та багатьох інших країн) перебуває у низькопродуктивному стані. Більшість громадян цих країн мають малі доходи, а їхнє споживання – не перевищує прожиткового мінімуму. Тому для цих країн важливо перевести економіку з низькопродуктивного стану у високопродуктивний. У рамках базової моделі ринкової економіки для переходу у високопродуктивний стан необхідно

здійснити управління, яке переводить стан (u_m, p) системи вище сепаратриси (рис. 3.1.4). Ця задача полягає в тому, щоб перевести систему з початкового стану $u_m(t_0), p(t_0)$ протягом часу $[t_0, t_K]$ у кінцевий (бажаний) стан $u_m(t_K), p(t_K)$, дотримуючись умови (3.1.11):

$$\min_A \Phi(u_m(t), p(t)), \quad (3.1.11)$$

де Φ – вибраний критерій оптимальності управління; A – множина параметрів функції Φ та моделі. Така задача належить до задач оптимального управління.

Не зважаючи на простоту постановки цієї задачі, її надзвичайну важливість для національної економіки та значний досвід розв'язування такого типу задач оптимального управління технічними об'єктами, досі невідомо про спроби застосувати такий підхід у державному регулюванні економіки.

Розглянемо два методи переведення динамічної системи у високопродуктивний стан. Перший метод полягає у вкладанні в економіку коштів ззовні, які приводять до збільшення фінансової спроможності учасників економіки. Цей метод називають силовим (енергетичним). Наприклад, з допомогою енергетичного методу було переведено економіку Польщі у високопродуктивний стан протягом 1988-2000 років.

Другий метод полягає у такій зміні параметрів функцій споживання $Q(r)$, $F(r)$, параметрів рівнянь, яке переведе значення змінних стану $u_m(t_0), p(t_0)$ вище сепаратриси. Такий метод регулювання називають параметричними. Параметричний метод переходу у високопродуктивний стан полягає в такій зміні функцій поведінки, регуляторних параметрів, домінант суспільної поведінки, внаслідок чого існуючий стан економіки попадає в області притягання до високопродуктивного стійкого стану. Реалізація такого підходу належить до задач відновлення продуктивності економіки колишнього Радянського Союзу у післявоєнні роки. Цей метод успішно застосовано на перших порах сучасної економічної реформи в Китаї.

Для обчислювальних експериментів з моделлю розроблено програмне забезпечення на основі засобів Matlab [3,36,126,131]. Для розв'язування рівнянь базової моделі економіки (3.1.3), (3.1.4) застосовано обчислювальні методи розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь (рис. 3.1.9).



Рис. 3.1.9. Структура програм розв'язування звичайних диференціальних рівнянь в Matlab

На рисунках нижче зображено графіки розв'язків, знайдені з допомогою цієї програми. На рис. 3.1.10 зображено графіки розв'язків рівнянь (3.1.3), (3.1.4), які ілюструють перехід економіки у високопродуктивний стан.

На рис. 3.1.11 зображено фазові траєкторії, знайдені з розв'язків моделі (3.1.3), (3.1.4) при різних початкових умовах $u_m(t_0)$, $p(t_0)$. На цих графіках проілюстровано два типи рухів, що відбуваються в системі (3.1.3), (3.1.4). Спершу фазова траєкторія наближається до лінії $p(t) \approx const$, потім – рухається вздовж неї. Схематично фазовий портрет динамічної базової моделі ринкової економіки зображено на рис. 3.1.11. На цьому рисунку зображено особливі точки, особливі траєкторії і особливі області (лінії) динамічної системи (3.1.3), (3.1.4), які визначено для динамічної системи з трьома рівноважними станами – стійкий низькопродуктивний (точка S_1), нестійкий низькопродуктивний (точка N_1), стійкий високопродуктивний

(S_2). Тонкими стрілками позначено фазові траєкторії, які відповідають різним початковим умовам. Стрілки на них показують напрям зміщення зображуючої точки з часом.

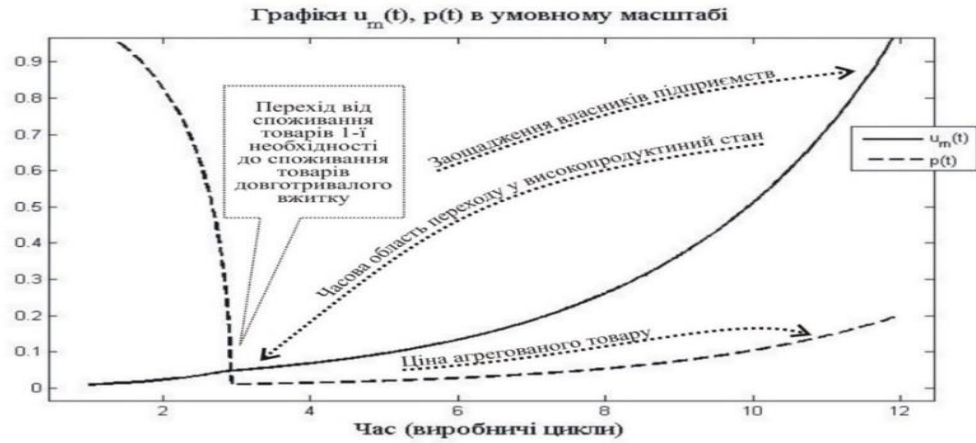


Рис. 3.1.10. Графіки розв'язків базової моделі ринкової економіки при її переході у високопродуктивний стан

Сепаратриса, яка проходить через двовимірний простір (площину) $[u_m, p]$, ділить його на дві окремі області, які містять стійкі положення рівноваги S_1, S_2 . Описане розділення простору $[u_m, p]$ сепаратрисою на дві частини вказує, що ринкова економіка є бістабільною системою з двома станами.

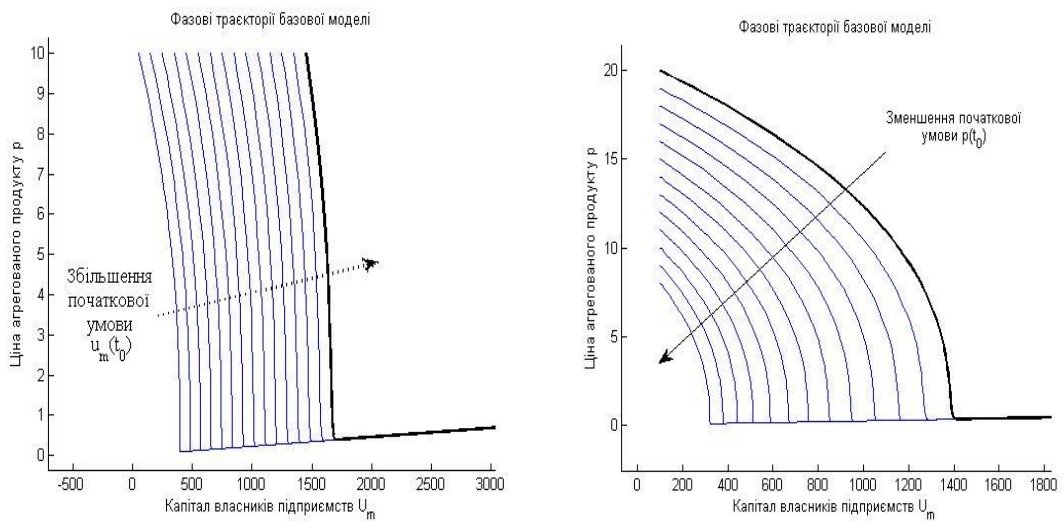


Рис. 3.1.11. Фазові траєкторії системи (3.1.3), (3.1.4), отримані при різних початкових умовах $u_m(t_0)$ і $p(t_0)$

На рис. 3.1.12 зображено лінії, де похідні рівні нулю: $du_m/dt = 0$; $dp/dt = 0$. На перетині цих ліній лежать точки рівноважних станів S_1 , N_1 , S_2 . Перебування економіки в тому чи іншому з цих станів має принципово різні соціальні, культурні, історичні наслідки.

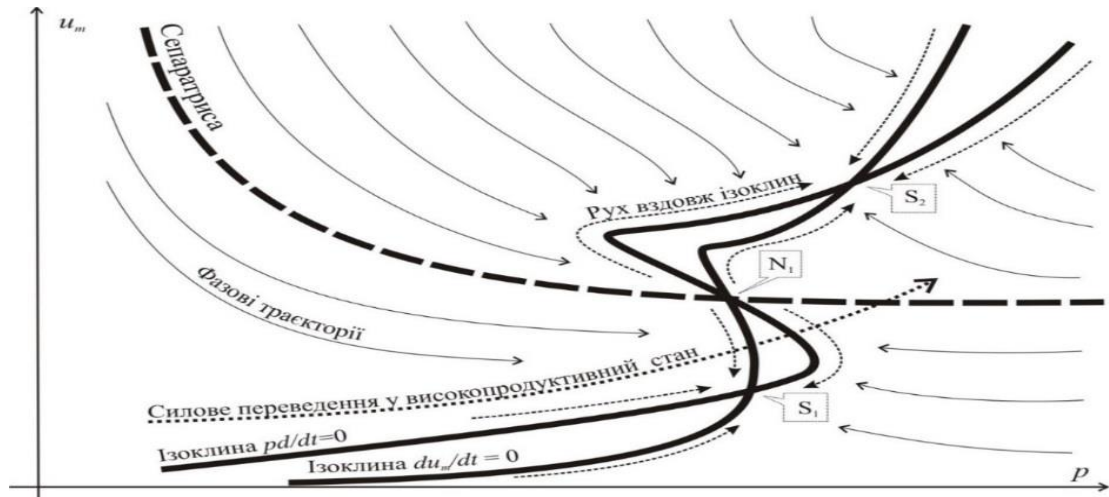


Рис. 3.1.12. Схематичне зображення фазового портрету базової моделі ринкової економіки

Крапками на рис. 3.1.12 зображено лінію, яка позначає зміну координат (p, u_m) при *силовому (енергетичному)* переведенні зображуючої точки з області притягання низькопродуктивного стану (точки S_1) в область притягання високопродуктивного стану (точки S_2). Така лінія відображає *можливе* управління системою (3.1.3), (3.1.4).

Ілюстрація фазового портрету на рис. 3.1.12 відображає ситуацію, коли в базовій моделі (3.1.4), (3.1.5) застосовано лише дві динамічні змінні. Введення додаткових динамічних змінних ускладнює дослідження її фазового простору.

Імітація силового переходу у високопродуктивний стан

Розглянемо обчислювальний експеримент, спланований для дослідження енергетичного переходу економіки у високопродуктивний стан. При управлінні економічними об'єктами елементарним аналогом зовнішніх енергетичних впливів є зміна фінансової або технологічної спроможності.

Тому розглянемо модель базової економіки (3.1.3), (3.1.4), додавши до неї «штучну», суб'єктивно організовану зміну величини заощаджень власника підприємства. Таке «штучне» збільшення заощаджень власників підприємств пов'язують з цільовою емісією грошей на виробничі потреби. Додамо, що цільова емісія грошей пов'язана з дотриманням відповідної адресності, що становить окрему проблему.

Розглянемо обчислювальний експеримент щодо моделювання впливу емісії грошей на перехід економіки у високопродуктивний стан. Будемо вважати, що всі параметри функцій економічної поведінки і рівнянь моделі відомі. У загальному випадку – необхідно встановити функціональну залежність між змінюваним параметром моделі та вибраним параметром, що описує її розв'язки. Стисло цей метод планування обчислювального експерименту описано в алгоритмі нижче.

Алгоритм 3.1. Планування обчислювального експерименту для виявлення залежності розв'язків моделі від її параметра.

1. Установити значення параметрів $a = (a_1, \dots, a_m)$ моделі, де m – кількість параметрів. До множини параметрів a належать параметри функцій економічної поведінки, параметри диференціальних рівнянь і початкові умови.

2. Вибрати межі a_k^{\min}, a_k^{\max} ($k \in [1, m]$) і крок зміни Δa_k окремого параметра a_k ($k \in [1, m]$). Присвоїти початкове значення вибраного параметра $a_k = a_k^{\min}$.

3. Розв'язати моделюючі рівняння при поточному значенні a_k і зберегти знайдені розв'язки.

4. Збільшити $a_k = a_k + \Delta a_k$ і, якщо $a_k < a_k^{\max}$ повторити пункт 3.

5. Сформувати функціональну залежність параметрів розв'язків моделі $R(a_k)$ від параметра a_k :

$$(a_k, R(a_k)) \quad k = \overline{1, m}.$$

6. Виконати аналіз знайденої функціональної залежності і розробити пропозиції щодо відповідного вдосконалення комерційного управління або державного регулювання ним.

Покажемо перехід економіки у високопродуктивний стан з допомогою емісійного збільшення заощаджень власників підприємств. Тоді рівняння (3.1.3) набуває вигляду

$$\frac{du_m}{dt} = \frac{p}{m} \left[mQ \left(\frac{\alpha u_m}{p} \right) + nQ \left(\frac{U - tu_m}{np} \right) \right] - p(s_1 + \lambda + \kappa) F \left(\frac{\beta u_m}{p} \right) + f(t), \quad (3.1.12)$$

де доданок $f(t)$ відображає кількість емітованих коштів, які припадають на одного підприємця за одиницю часу. Одиницею виміру часу є тривалість виробничого циклу.

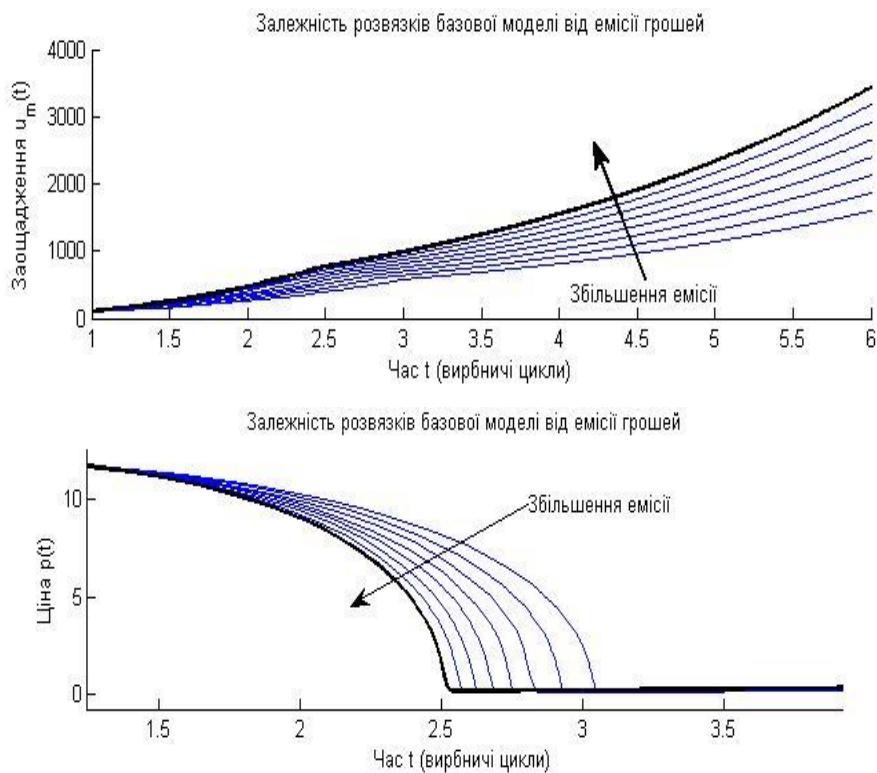


Рис. 3.1.13. Графіки розв'язків моделі (3.1.12), (3.1.4) при різних розмірах емісії

Із графіків розв'язків $u_m(t)$, $p(t)$ моделі (3.1.12), (3.1.4) випливає, що «зовнішне» збільшення капіталозабезпечення виробництва має корисні суспільні наслідки. Емітовані гроші прямо впливають на збільшення

виробництва (при $\beta > \alpha$), і обернено впливають на ціну (через збільшення пропозиції товару).

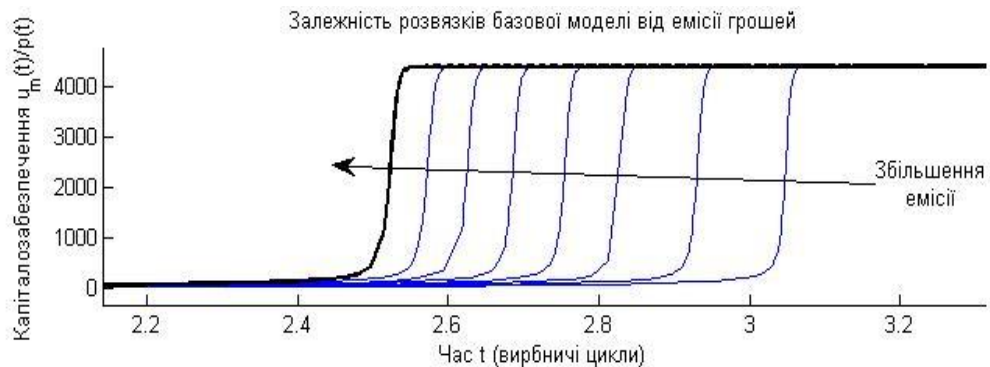


Рис. 3.1.14. Графіки капіталозабезпечення $u_m(t)/p(t)$, отримані з розв'язків моделі (3.1.12), (3.1.4) при різних розмірах емісії

Перехід економіки у високопродуктивний стан відображено на графіку капіталозабезпечення $u_m(t)/p(t)$, побудованого на основі розв'язку моделі (3.1.12), (3.1.4) (рис. 3.1.13). На цьому графіку видно швидкий перехід економіки зі стану з низькою фінансовою спроможністю у стан з високою фінансовою спроможністю, що ілюструє «економічне диво». Економіка як динамічна система, описана базовою моделлю (3.1.3), (3.1.4) при вибраних значеннях параметра є *бістабільною* системою з швидким переходом з одного стану в інший.

З рис. 3.1.13 випливає, що цілеспрямована емісія грошей наближає момент переходу економіки у високопродуктивний стан. Крім того, з графіків на рис. 3.1.12, 3.1.13 випливає, що малі значення цілеспрямованої емісії грошей мають відносно більший вплив на перехід економіки у високопродуктивний стан, ніж більші розміри емісії. Іншими словами, – при збільшенні адресної емісії ефект від неї меншає.

Перехід економіки у низькопродуктивний стан

Перехід економіки нашої країни у низькопродуктивний стан почався зниженням фінансової спроможності виробників. Цей процес імітує ремісія

грошей або планове підвищення цін на товари. Зімітуємо зниження капіталозабезпечення з допомогою ремісії коштів виробничого сектора економіки.

На рис. 3.1.14 та рис. 3.1.15 зображено графіки капіталозабезпечення $u_m(t)/p(t)$, знайдені з моделі (3.1.12), (3.1.4) при різних розмірах ремісії грошей. З цих графіків випливає, що «штучна» ремісія призводить до швидкого перехідного процесу. Після закінчення цього перехідного процесу продовжується повільний спад капіталозабезпечення.

Додамо, що перехід у низькопродуктивний стан має особливості, яких не спостерігалось при моделюванні переходу у високопродуктивний стан. Для «штучного» переведення економіки у низькопродуктивний стан потрібна ремісія у 10-100 разів більша, ніж емісія для «прямого керованого» переведення у високопродуктивний стан. У цьому проявляється своєрідна «живучість» високопродуктивних підприємств. У нашій країні «штучне» зменшення фінансової спроможності відбулося під час гіперінфляції 1993-94 років.

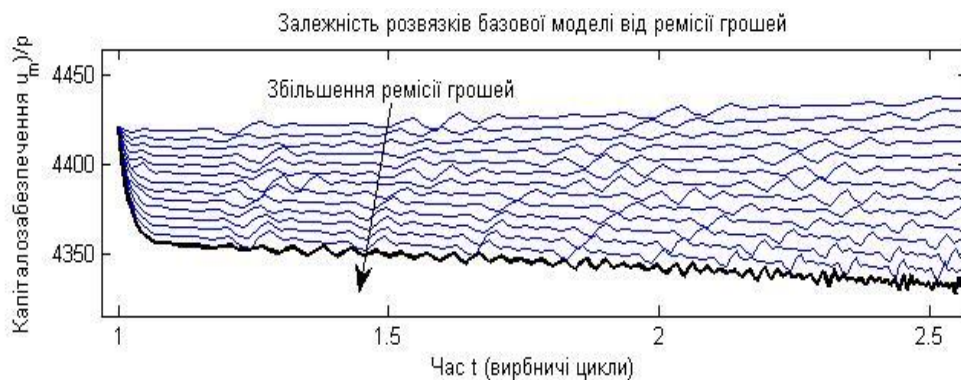


Рис. 3.1.15. Графіки капіталозабезпечення $u_m(t)/p(t)$, отримані на основі розв'язків моделі (3.1.12), (3.1.4) при різних розмірах ремісії грошей

У змодельованому переході економіки у низькопродуктивний стан взято до уваги лише одну динамічну змінну – заощадження підприємців. У дійсності ж під час переходу економіки нашої країни у низькопродуктивний стан відбувалося зменшення капіталозабезпечення та купівельної

спроможності відносно товарів широкого вжитку, відносно виробничих фондів, інших ліквідних ресурсів.

3.2. Мультистабільність економічної системи, ідентифікована у полі купівельної спроможності й капіталозабезпечення

Існування низькопродуктивних та високопродуктивних економік, емпірично спостережувані переходи між цими станами показують, що серед найважливіших питань, які стосуються матеріального стану людини, далі актуальним залишається питання майнового забезпечення, економічної рівності, можливості господарського розвитку, або його неможливості [14,18,21].

Далі розкриємо закономірності утворення стійких станів в економічних системах, описаних виробництвом та споживанням, ґрунтуючись на методах стохастичних диференціальних рівнянь.

Розглянемо спершу математичну модель взаємодії виробника й споживача. Як і раніше вважатимемо, що підприємство виробляє один товар і збуває його кінцевим споживачам. Дохід підприємства залежить від попиту на цей товар та від обсягів його виробництва. Попит на товар залежить від купівельної спроможності споживачів. Обсяг виробництва залежить від капіталозабезпечення власника підприємства.

Ціна єдиного агрегованого продукту дорівнює p . Його купують споживачі, що мають заощадження u_1 (вважатимемо, що заощадження всіх споживачів рівні між собою). Купівельна спроможність окремого споживача відносно агрегованого товару дорівнює $r_1 = \frac{u_1}{p}$. Кількість товару, купленого споживачем, описує функція споживання $Q(r_1)$. Величина $pQ(r_1)$ становить дохід виробничого підприємства від збуту товару одному споживачеві.

Кількість виробленого товару описує виробнича функція $F(r_2)$, яка залежить від величини заощаджень (капіталу) власника підприємства,

вкладених у виробництво. Тобто $r_2 = \frac{u_2}{p}$, де u_2 – капітал (заощадження) власника підприємства.

Нехай, на підприємствах працюють n робітників, котрі отримують заробітну плату, пропорційну обсягу виробленого продукту $s = \kappa_0 F(r_2)$, де κ_0 – частка прибутку, яку власник підприємства спрямовує на виплату заробітної плати. Загальна кількість виробленого продукту дорівнює $mF(r_2)$ (m – кількість власників підприємств). Власник підприємства сплачує податок на дохід κ_1 і зазнає виробничих накладних витрат розміром κ_2 .

За таких концептуальних припущень величина заощаджень власника підприємства залежить від балансу його доходів від збуту продукції, та витратків на організацію виробництва, котрі пропорційні його обсягу $F(u_2 / p)$

$$\frac{du_2}{dt} = p \left(\frac{n}{m} Q(u_1/p) - (\kappa_0 + \kappa_1 + \kappa_2) F(u_2/p) \right) + \xi_1(t), \quad (3.2.1)$$

де $\xi_1(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним сподіванням, котра описує випадкові доходи або витатки підприємців.

Величина заощаджень споживачів (робітників) залежить від балансу доходів, складених заробітною платою $s = \kappa_0 F(r_2)$ і витратків на споживання

$$\frac{du_1}{dt} = p \left(\frac{m}{n} \kappa_0 F(u_2/p) - Q(u_1/p) \right) + \xi_2(t), \quad (3.2.2)$$

де $\xi_2(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним сподіванням, котра описує випадкові доходи або витатки робітника (споживача).

Рівняння (3.2.1), (3.2.2) – це два рівняння Ланжевена, котрі описують залежність величини заощаджень (u_1, u_2) від часу з урахуванням випадкового впливу (ξ_1, ξ_2) . Тобто система рівнянь (3.2.1), (3.2.2) описує стохастичну динаміку двовимірної величини (u_1, u_2) – заощаджень власників підприємств та робітників. Тому ці рівняння зручно переписати в такому вигляді [93,145]:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = p \begin{bmatrix} -Q(u_1/p) + F(u_2/p) \kappa_0 \frac{m}{n} \\ \frac{n}{m} Q(u_1/p) - F(u_2/p) (\kappa_0 + \kappa_1 + \kappa_2) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \xi_1(t) \\ \xi_2(t) \end{bmatrix}. \quad (3.2.3)$$

Рівняння Ланжевена другого порядку (3.2.3) приводять до утворення двовимірних розподілів величини заощаджень власників підприємств $\rho_1(r_1, r_2)$ і величини заощаджень робітників $\rho_2(r_1, r_2)$. Щоб дослідити властивості цих розподілів спростимо рівняння (3.2.3).

Нехтуючи податковими й накладними витратами (котрі, вважатимемо, належно імітує виробнича функція F), динаміку заощаджень для виробника можна записати за допомогою рівняння:

$$\frac{du}{dt} = p(Q(r) - F(r)) + \xi(t),$$

яке зручно переписати в такому вигляді:

$$\frac{dr}{dt} = Q(r) - F(r) + \xi(t), \quad (3.2.4)$$

де $\xi(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним сподіванням.

Рівняння (3.2.4) є рівнянням Ланжевена 1-го порядку, яке еквівалентне рівнянню Фокера-Планка:

$$\frac{\partial \rho(r)}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} [(Q(r) - F(r)) \rho(r)] - G \frac{\partial^2}{\partial r^2} \rho(r), \quad (3.2.5)$$

де $\rho(r)$ – розподіл кількості виробників й споживачів за величиною заощаджень, G – коефіцієнт, котрий за аналогією називають коефіцієнтом дифузії. У стаціонарному випадку рівняння (3.2.5) має розв'язок:

$$\rho(r) = \rho_0 \exp(-V(r)/G^2),$$

де ρ_0 – коефіцієнт нормування. Величину $V(r)$ називають потенціалом. Ця величина

$$V(r) = \int_0^r (Q(r) - F(r)) dr. \quad (3.2.6)$$

Максимуми потенціалу $V(r)$ відповідають стійким станам системи (3.2.4). Якщо потенціал $V(r)$ не має локальних максимумів при $r > 0$, тоді система (4) є динамічно нестійка. Вона рухається до стану, в якому $r \rightarrow 0$ (натуральне виробництво), або $r \rightarrow \infty$ (невпинне розширення виробництва і споживання) [8].

Тут потенціал $V(r)$ – скалярна величина, залежна від одновимірного векторного поля r , котре має значення купівельної спроможності та капіталозабезпечення. Величина $V(r)$ має зрозумілу економічну інтерпретацію. У точках екстремуму потенціалу $V(r)$ кількість продукованого дорівнює кількості споживаного:

$$\int_0^r Q(r)dr = \int_0^r F(r)dr. \quad (3.2.7)$$

Області, далекі від умови (3.2.7) є економічно не вигідні, адже в них обсяг виробництва перевищує попит, або навпаки – не забезпечує його.

Різниця

$$D(r) = \int_0^r Q(r)dr - \int_0^r F(r)dr$$

відображає міру незбалансованості виробництва і споживання.

На обмеженому проміжку $[0, r_{\max}]$ залежність $V(r)$ легко знайти з допомогою сплайн-апроксимації підінтегрального виразу в формулі (3.2.6) з подальшим аналітичним обчисленням інтегралу від цієї сплайн-апроксимації.

Щоб встановити очікуваний вид двовимірного потенціалу $V(r_1, r_2)$ без обчислення двовимірних сплайн-апроксимацій, застосуємо спрощений підхід, котрий мало зменшує загальність шуканого розв'язку. Шуканий очікуваний двовимірний потенціал дорівнює сумі його складових:

$$V(r_1, r_2) = V(r_1) + V(r_2). \quad (3.2.8)$$

При такому переході шуканий двовимірний розподіл задається сепарабельним виразом:

$$\rho(r_1, r_2) = \rho_0 \exp(-V(r_1)/G^2) \exp(-V(r_2)/G^2). \quad (3.2.9)$$

Це вказує на те, що умовою переходу від (3.2.3) до (3.2.4) є статистична незалежність випадкових доходів (витрат) підприємців та робітників.

Співвідношення (3.2.4)-(3.2.9) описують найпростіший потенціал економічної системи, заданої однотипними елементами, котрі є одночасно виробниками й споживачами. На рис. 3.2.1 показано відповідно графіки потенціалу $V(r_1, r_2)$ та розподілу $\rho(r_1, r_2)$, обчислених за формулами (3.2.8), (3.2.9). Знайдені в такий спосіб двовимірні характеристики економічної системи приводять до важливих висновків.

Економічну систему, утворену однотипними виробниками й споживачами, описують величини, розміщені в двовимірному просторі «купівельна спроможність» – «капіталозабезпечення». У цій системі виникають стійкі й нестійкі стани, розміщені один відносно іншого у формі характерних гнізд. При найпростіших товарних відносинах виникає до 25 таких станів, враховуючи стани натурального виробництва. Сукупність цих екстремумів становить своєрідний спектр можливих економічних утворень, що виникають в такому суспільстві. Околи мінімумів і максимумів відображають відповідно стійкі й нестійкі економічні утворення. Відтак двовимірний потенціал $V(r_1, r_2)$ та відповідні йому рівняння є одним з найпростіших способів описати економіку товарного виробництва.

Цікаво, що переходи між «ямами» потенціалу відбуваються як прояв стохастичного резонансу. Явище стохастичного резонансу полягає у переході динамічної мультистабільної системи з одного стійкого стану в інший внаслідок спільного впливу детермінованих та випадкових або хаотичних чинників. Огляд деяких напрямів цих досліджень подано в [4,14] та бібліографічних посиланнях до них.

Отже, економіка, побудована на товарному виробництві, містить принаймні два стійкі стани – з низькою та високою продуктивністю. В низькопродуктивному стані робітники мають малу платню, власники підприємств – низький дохід, ціна товару невисока.

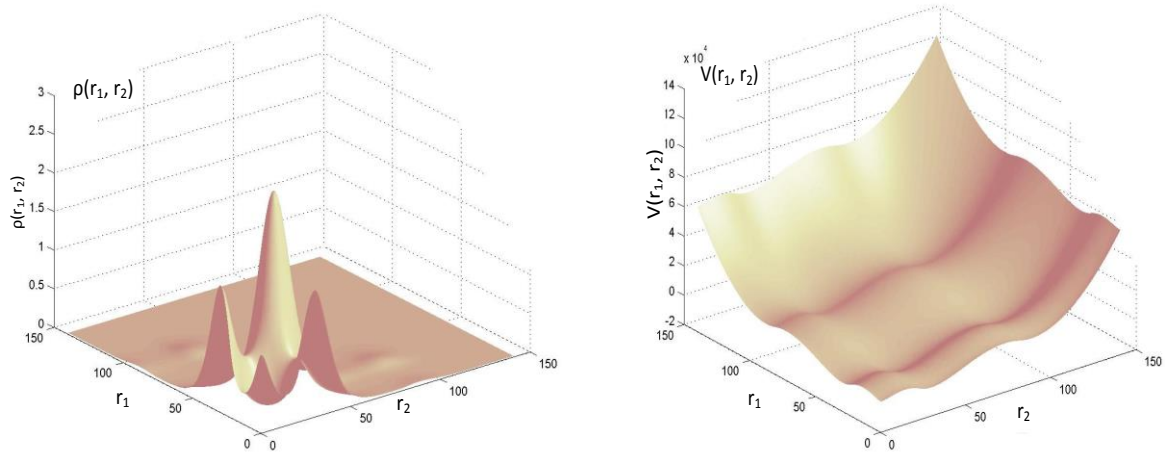


Рис. 3.2.1. Графіки потенціалу $V(r_1, r_2)$ та розподілу $\rho(r_1, r_2)$, обчислених за формулами (3.2.8), (3.2.9)

У високопродуктивному стані платня робітників, дохід підприємців й ціна товару вищі, що загалом відповідає інтенсивнішому товарообігу, споживанню та вищій ефективності виробничих технологій. Є підстави вважати, що кризові економіки, економіки багатьох країн Африки, Азії, Латинської Америки, а також – країн колишнього Радянського Союзу перебувають у низькопродуктивному стані.

Приклади переходу економіки з низькопродуктивного стану в високопродуктивний стан відомі з історії Європи, країн Північної Америки та Східної Азії. Тим не менше, економіки більшості країн світу залишаються в низькопродуктивному стані. Тому однією з найгостріших проблем сучасності залишається питання вивчення закономірностей переходу економіки країни, регіону, з низькопродуктивного стану у високопродуктивний.

У зв'язку з цим зауважено, що перехід економічної мультистабільної системи з одного стійкого стану в інший відбувається за стохастичним резонансом, у якому випадкові відхилення прибутків та видатків суміщено з детермінованою тенденцією, яка поєднує періодичні коливання доходів, ідентичні виробничому циклу, та повільну зміну економічної поведінки,

викликану прогресом технологій, освітою, іншими позаекономічними культурно-соціальними, історичними, національними чинниками.

Вивчення явища стохастичного резонансу в економічних системах відкриває розуміння шляхів виходу економіки нашої країни, інших постколоніальних країн світу із зтяжнього кризового стану.

3.3. Вплив державного регулювання на перехідні економічні процеси

Формування і реалізація стратегічного курсу реформування економіки постсоціалістичних країн у ринкову, розв'язання поточних проблем її розвитку не можуть здійснюватись без держави, участі її законодавчих і виконавчих органів у цих складних процесах. Тому особливої ваги набуває регуляторна діяльність держави в умовах перехідної економіки, яка спрямована на утвердження нової економічної системи, коли відбувається перехід від адміністративно-командного устрою суспільного життя до демократичного.

Окрім зазначеного, необхідність державного регулювання перехідної економіки визначається її специфічними рисами. Однією з особливостей перехідної економіки є альтернативний характер розвитку, хоча він має певні межі. Водночас, такий характер перехідної економіки визначає те, що наслідки її розвитку можуть бути варіативними. Безпосередньо вони породжуються невизначеністю перехідного процесу, яка зумовлена зростанням рівня свободи окремих елементів економічної системи. Це притаманне перехідній економіці, в котрій змішані елементи старого і нового її стану, а також існує різноспрямованість факторів, які впливають на трансформаційні процеси. Через це кількість можливих станів такої економіки зростає, а невизначеність спричиняє значну варіативність результату. У такій ситуації держава за допомогою наявних у неї можливостей має зменшувати невизначеність розвитку та обрати найбільш

оптимальний шлях здійснення реформ з їх орієнтацією на позитивні для всього суспільства соціально-економічні результати.

Викладемо огляд деяких недоліків сучасної економічної організації суспільства, розкритих з допомогою методів математичного моделювання економіки [24].

Збереження бімодальності майнового розподілу суспільства

Майновий стан громадян суспільства описує статистичний розподіл кількості осіб за величиною їх статків (заощаджень, доходів, майна тощо). Зокрема, економічну структуру суспільства описує розподіл $\rho(u)$ кількості його членів за величиною заощаджень u . Величина $\rho(u)$ вказує кількість осіб, що мають заощадження в межах $[u, u + du]$, інтеграл $\int_{u_1}^{u_2} \rho(u) du$ описує кількість осіб, що мають заощадження в межах $[u_1, u_2]$.

Детальний аналіз впливу розподілу $\rho(u)$ на стан й динаміку економічних процесів описано у [17,18,20,22,24]. Далі викладемо деякі висновки цього аналізу.

З історії й літератури відомо, що впродовж віків розподіл $\rho(u)$ описував два стани: більшість бідного населення й меншість багатого. У різні історичні часи до «бідної більшості» належали кріпаки, селяни, колгоспники, робітники та інтелігенція радянського часу. До багатой меншості належали пани-землевласники, партійно-господарський актив. Нині розподіл $\rho(u)$ має два максимуми (дві моди). Ліву моду (координату максимуму з малим u) становлять наймані робітники, люди розумової праці (вчителі, лікарі, інженери). Праву моду (координату максимуму з великим u) становлять власники великих підприємств, вищі державні службовці (рис. 3.3.1). Мінімум між двома названими модами відповідає середнім підприємцям та кваліфікованим найманим робітникам. Тим часом, у країнах з високопродуктивною економікою розподіл $\rho(u)$ має один максимум, котрий відповідає «середньому класу» (рис. 3.3.2).



Рис. 3.3.1. Схематичний графік бімодального розподілу



Рис. 3.3.2. Схематичний графік одномодального розподілу

У [98] показано, що в суспільствах з бімодальним розподілом за однією з важливих майнових ознак, не відбуваються процеси ринкового саморегулювання, наприклад – виникають дві ціни на один продукт. Зокрема, в названій праці показано, що в товарній економіці (при відповідних функціях споживання $Q(u)$ та виробництва $F(u)$) виникають два стійкі стани – з низькою та високою продуктивністю виробництва (рис. 3.3.3).

Більшість підприємств нашої країни перебувають у низькопродуктивному (НП) стані. Для переходу економіки у бажаний високопродуктивний (ВП) стан спершу необхідно встановити в суспільстві одномодальний розподіл $\rho(u)$. Після цього (після формування «середнього класу») проявляються об’єктивні економічні процеси, що приводять економіку з НП у ВП стан. Останнє явище відоме як «економічне диво».

Для перетворення бімодального розподілу в одномодальний застосовують методи, що сприяють піднесенню лівого й правого схилів центрального мінімуму

$\rho(u)$ (пунктирні стрілки на рис.3.3.1). Щоб «підняти лівий схил» – необхідно збільшувати доходи (зарплату) кваліфікованих працівників, що призведе не до інфляційного підвищення цін на товари першої необхідності, а до виникнення попиту на новий вид товарів. Щоб «підняти правий схил» мінімуму – потрібне стимулювання підприємців з недостатнім первинним капіталом через кредити, гранші, випадкові замовлення великих партій товару, звільнення від податку.

Є підстави припускати, що наявність бімодального розподілу $\rho(u)$ виражає патологічний економічний стан, який склався внаслідок деструктивних майнових зловживань. Зокрема, через заниження й невиплату зарплати, непропорційний розподіл прибутку між організаторами й учасниками виробництва (власниками й робітниками), непропорційний розподіл доходу від економічних операції між учасниками економіки з великими та малими статками.

Порівнюючи названі вище висновки з емпірично спостережуваним регулюванням економіки в нашій країні, легко зауважити що влада не лише ігнорує заходи щодо формування одномодального розподілу $\rho(u)$, а навпаки, – регулярно робить кроки для збереження бімодального розподілу $\rho(u)$. Зокрема, цьому сприяють такі дії: встановлення рівномірної шкали податку (що призвело до виникнення «податкового раю» для великих підприємців); хабарницькі побори з середніх й малих підприємців; створення передумов для значної частки тіньової економіки; диференціація в зарплаті й пенсії між робітниками, учителями, й державних службовцями; терпимість до надзвичайно високої відмінності між доходом власника підприємства й найманого робітника тощо. Це посилює майнову диференціацію суспільства. Гірше того, управління, спрямоване на збереження бімодальності майнового розподілу, збігається з економічною владою багатих власників та маніпуляцією колективним вибором.

Оскільки дії влади щодо збереження бімодального розподілу простежуються практично в усіх регуляторних й законодавчих діях, це дає підстави припускати, що нинішня влада дотримується управлінського принципу

– зберегти бімодальний розподіл $\rho(u)$ (не допустити його трансформації в одномодальний). Цього ж принципу дотримуються підприємці, котрі мають деяку економічну владу. Чому в Україні домінує тип економічної поведінки, при якому майнова вищість індивіда породжує його бажання погіршити майновий стан тих, хто має менші статки, – це окреме питання, котре потребує психологічного, історико-філософського аналізу. Зауважимо, лозунги незалежності 1988-91 років були сформульовані словами про «середній клас» – одномодальний розподіл $\rho(u)$. Інтуїтивно навколо таких же сподівань згуртувалася громадянська активність під час виборів в Україні восени 2004 року.

Отже, щоб державне регулювання економікою сприяло переходу останньої у ВП стан, необхідно відмовитися від негласного управлінського принципу збереження бімодальності майнового розподілу, розгорнути комплекс регуляторних заходів, спрямованих на трансформацію бімодального майнового розподілу в унімодальний, обмежити владний вплив високозабезпечених індивідів щодо збіднення менш забезпечених співгромадян.

Втікаючий хвіст розподілу $\rho(u)$ й олігархічна економіка

У статистичній фізиці важливе значення має поведінка розподілу деякої величини (у нашому випадку – майнового розподілу $\rho(u)$ при великих u [8]. На такій пізнавальній основі визначено особливості поведінки економічної системи, де виникає нестійкий рівноважний стан, котрий зберігається при $u \rightarrow \infty$.

Нехай економіка складена споживачами й виробниками одного продукту. Споживання (товарів першої необхідності й предметів довготривалого вжитку) описується кусково-опуклою функцією $Q(u)$, а виробництво – кусково-лінійною функцією $F(u)$. Якщо виробники є споживачами, тоді швидкість зміни їх заощаджень u описує рівняння, в

якому дохід виробника дорівнює обсягам продаж продукту $Q(u)$, а його витрати – пропорційні обсягу виробництва $F(u)$:

$$\frac{du}{dt} = aQ(u) - bF(u), \quad (3.3.1)$$

де параметри a, b залежать від ціни й виробничих витрат.

Обсяги виробництва дорівнюють обсягам споживання, якщо $\frac{du}{dt} = 0$.

Графічну ілюстрацію одного з можливих розв'язків рівняння

$$aQ(u) - bF(u), \quad (3.3.2)$$

показано на рис. 3.3.3. Опишемо детально аналіз розв'язків цього рівняння.

На рис. 3.3.3 точки S_0, S_1, S_2 відображають розв'язки рівняння (3.3.2) – рівноважні стани рівняння (3.3.1), котрі є стійкими, адже зліва від них споживання менше за виробництво (що економічно припустимо), а справа – навпаки (що недоцільно). Такий стан відповідає економічно допустимій ситуації. Точка S_0 , відображає натуральне виробництво, точки S_1, S_2 – відповідно НП й ВП економічні стани

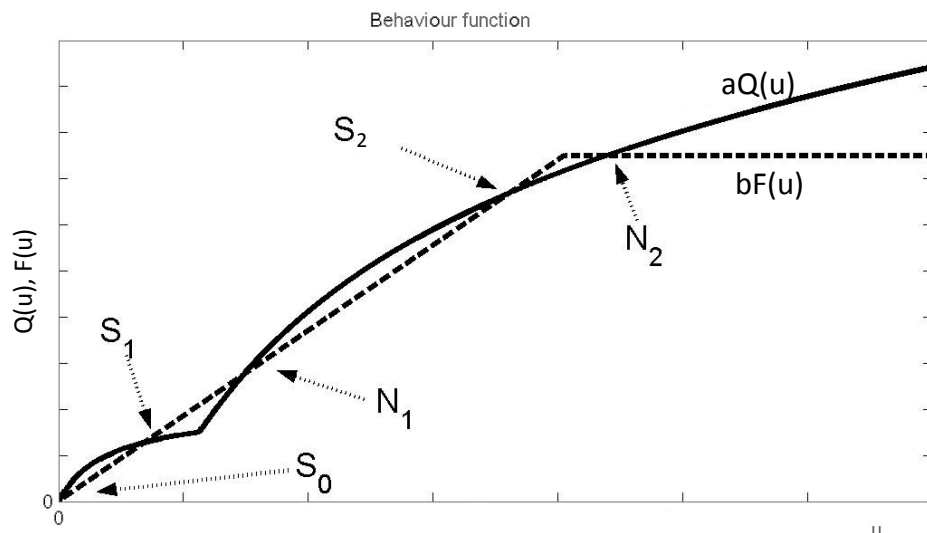


Рис. 3.3.3. Графіки функції $bF(u)$ та функції $aQ(u)$. Точки перетину функцій поведінки відповідають рівноважним станам

Точки N_1, N_2 відображають нестійкі рівноважні стани. Точка N_1 відображає стан підприємців без достатнього початкового капіталу. Ця нестійка точка зміщується в ВП або НП стан. Нестійкість стану N_2 проявляється в тому, що він або зсувається вліво – у ВП стан (при цьому зменшуються заощадження u власника підприємства), або необмежено зміщується вправо – заощадження (чи інші види майна) підприємця зростають. Економічна поведінка за критерієм «найбільшого прибутку» приводить до того, що відповідні власники підприємств, прагнучи збільшувати статки, (зсуваючи N_2 вправо), вживають заходів, щоб не опинитися у ВП стані S_2 . Тобто, стан N_2 існує, поки відповідний власник збільшує свої доходи, інакше – він перетворюється на ВП стан.

Існування нестійкого стану N_2 проявляється в тому, що деякі власники підприємств збільшують свої заощадження до величин, що сильно перевищує (на 6-10 порядків) заощадження інших громадян (робітників, середніх підприємців). Зсув N_2 управо до $u \rightarrow U_{\max}$, (U_{\max} – сумарний обсяг матеріальних благ на деякій території) відображає не «економічний успіх», а є наслідком сильно непропорційного розподілу економічних вартостей. Існування стану N_2 приводить до значного видовження розподілу $\rho(u)$ вправо: $\lim_{u \rightarrow U_{\max}} \rho(u) > 0$.

Це проявляється в тому, що за непрямыми даними в нашій країні кілька десятків сімей мають легальний дохід, рівний доходу всіх решти громадян. На мові математики цей ефект полягає в тому, що

$$\int_0^{u_1} \rho(u) du \ll \int_{u_1}^{U_{\max}} \rho(u) du, \quad (3.3.3)$$

де u_1 – заощадження в околі ординати S_2 . Це приводить до того, що на економіку більше впливає поведінка декількох власників підприємств у стані N_2 , ніж поведінка решти громадян. Проілюструємо це на прикладі ціноутворення.

Нехай, ціна p залежить від різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp}{dt} = \int_0^{U_{\max}} \rho(u)Q(u)du - \int_0^{U_{\max}} \rho(u)F(u)du.$$

Записавши споживання як $\int_0^{u_1} \rho(u)Q(u)du + \int_{u_1}^{U_{\max}} \rho(u)Q(u)du$, і нехтуючи згідно (3.3.3) першим доданком, отримуємо:

$$\frac{dp}{dt} = \int_{u_1}^{U_{\max}} \rho(u)Q(u)du - \int_0^{U_{\max}} \rho(u)F(u)du,$$

звідки випливає, що ціна залежить лише від споживання громадян зі заощадженнями $[u_1, U_{\max}]$. Громадяни зі заощадженнями $[0, u_1]$ не впливають на ціну товару, котрий вони споживають. За умови (3.3.3) громадяни з малими статками також не мають впливу на численні інші економічні явища. Така ситуація є виявом економічного примусу, економічної несвободи.

Інший негативний наслідок існування стану N_2 , полягає в тому, що в ньому (легальний грошовий) дохід підприємця значно перевищує розмір витрат, котрих він потребує для особистого споживання і організації виробництва: $aQ(u) > bF(u)$. Неспожита і неукладена у виробництво різниця $D(t) = aQ(u) - bF(u)$ становить втрати суспільства, викликані особистою жадібною поведінкою такого власника. Величина суспільних втрат $D(t)$ є своєрідною фінансовою прірвою, де зникають суспільні багатства, віддані в приватну власність через сильно непропорційний їх розподіл між організаторами виробництва та робітниками. Ці витрати виражені марнотними розходами й депонуванням коштів у іноземні банки, можливим фінансуванням злочинної економіки, тероризму.

Діяльність власників, позначених станом N_2 , створює відчуття несвободи й сильно погіршує економічний стан більшості людей. Щоб зменшити негативний вплив, викликаний невпинним розширенням деяких підприємств, застосовують прогресивну шкалу податку, інші обмеження щодо розмірів майна, доходів, антимонопольні заходи.

На жаль, у нашій країні, для «підприємств, котрі існують, поки розширюються» створено сприятливі умови щодо збільшення особистого доходу їх власників. Це – рівномірна шкала податків, продаж у приватну власність державних підприємств (котрі є своєрідним ресурсом розширення), ігнорування й потурання їхнім зловживанням. Крім того, спостерігаються ознаки, що сучасне державне регулювання економіки протегує діяльність на Україні транснаціональних компаній названого типу (котрі постійно розширюються). Подібно, як це тепер відбувається в країнах Африки, ці компанії ставлять за мету отримати левову частку від прибутку в Україні, тобто ще в одній формі повторити сильно непропорційний розподіл доходів.

Отже, в сучасному державному регулюванні економіки необхідно обмежити негативні наслідки існування, розширення та політико-ідеологічної (інформаційної) діяльності власників підприємств «котрі існують поки розширюються». Для цього, крім фіскальних, необхідно застосувати комплекс інших регуляторних засобів. Щодо іноземних (транснаціональних) компаній ці заходи мають бути доповнені вивченням структури їх витрат (розкриття ідеологічних, релігійних, військових, злочинно-економічних, терористичних програм) та жорстким регулюванням розподілу прибутку між резидентами та власниками.

Структура аграрних виробників

Розглянемо економічні явища, можливі після дозволу продавати землю сільськогосподарського виробництва (СГВ). Для опису ринку землі СГВ введемо функцію її купівлі-продажу. Ця функція описує бажання збути й придбати землю і залежать від площі землі, заощаджень, потрібних для її обробітку, життєвого ентузіазму (рис.3.3.4).

Нехай Q_a – функція споживання аграрного продукту, F_a – виробнича функція аграрного підприємства. Тоді динаміку заощаджень u й розміру землі v описують рівняння:

$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = a_1 Q_a(u) - a_2 v F_a(u) - a_3 Q_v(v), \\ \frac{dv}{dt} = b_1 Q_v(u) - b_2 Q_v(v), \end{cases} \quad (3.3.4)$$

де a_1, a_2, a_3, b_1, b_2 – коефіцієнти, що залежать від ціни аграрного продукту й землі, виробничих витрат.

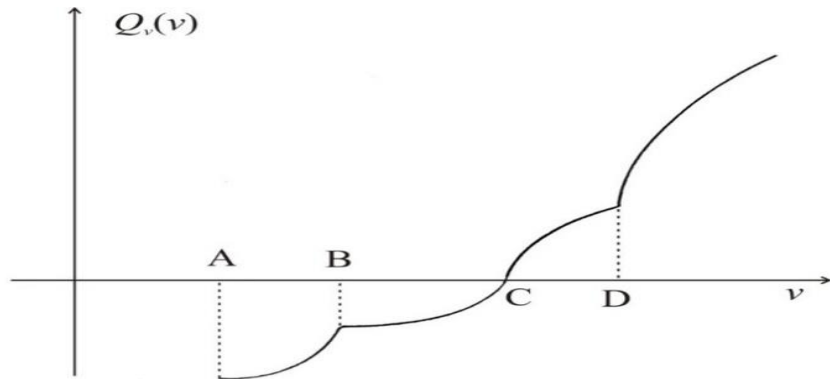


Рис. 3.3.4. Графік функції попиту $Q_v(v)$ на землю

Для якісного аналізу рівнянь припустимо в (3.3.4), що $\frac{du}{dt} = 0, \frac{dv}{dt} = 0$.

Тоді отримуємо рівняння відносно рівноважних станів, стійких і нестійких. З'ясувалося, що при концептуально обґрунтованих функціях Q_a, Q_v, F_a в системі (3.3.4) виникають стійкі й нестійкі рівноважні стани.

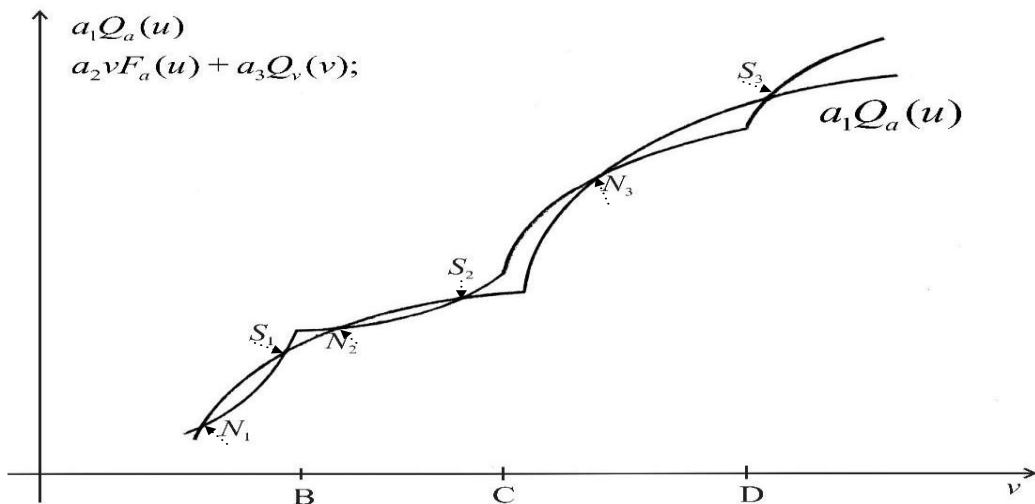


Рис. 3.3.5. Ілюстрація до графічного розв'язування першого рівняння (3.3.4) при малих v

Ілюстрацію до розв'язків рівняння $\frac{du}{dt} = 0$ при різних v показано на рис. 3.3.5. Точки S_1, S_2, S_3 на цьому рисунку умовно відображають відповідно стійкі стани «одноосібника», «куркуля». Точки N_1, N_2, N_3 відображають нестійкі стани «малоземельних селян», «підкуркульників».

Аналіз (3.3.4) показав також, що при вищих v в ній виникають стійкі стани, що відповідають «панським маєткам» (фільваркам), колгоспам. Нестійкі стани при вищих v відповідають маєтностям магнатів (латифундії), гігантським аграрним підприємствам середини 1930-х років в УРСР, укрупненим колгоспам середини 1980-х років.

Також з'ясовано, що за орендних земельних відносин, виникає стійка рівновага при взаємодії пенсіонерів-орендаторів паїв (котрі мають сталий грошовий дохід) й орендарів – фермерів. Обмінна взаємодія між пенсіонерами й фермерами (резидентами) сприяє їх збагаченню.

Нестійкі положення рівноваги при великих v існують, поки зростають землеволодіння власників. З цим явищем пов'язані історичні події ненаситного розширення землеволодінь, територіальна експансія.

Описана вище об'єктивна суть аграрного виробництва ускладнена їх взаємодією з ринковим оточенням. На жаль, усі аспекти такої взаємодії приводять до збереження аграрного виробництва в стані, де капітал «одноосібних власників», «кулаків-середняків» й «куркулів-фермерів» не виходить за межі мінімальних сезонних потреб. Крім того, на аграрний сектор діють чинники, котрі запобігають тому, щоб аграрний робітник став «одноосібним» підприємцем, щоб такі підприємці перейшли у стан з вищою економічною продуктивністю. Серед таких чинників: відсутність впливу аграрних виробників на ціну їх продукту, відсутність їх впливу на ціну промислового продукту. Планове ціноутворення монополістів ринку, котрі продають паливо, міндобрива й купують аграрний продукт обмежує ріст доходів сільських виробників. Це обмежує ріст капіталозабезпечення аграрних виробників.

Спрямування наявного великого промислового капіталу резидентів та відкриття доступу іноземного капіталу до землеволодіння призведе до розширення земельних володінь з великими v . При цьому середні й малі підприємства зникнуть через нестачу землі СГВ. Скоротиться кількість працівників сільського господарства. За умов, коли законодавством жорстко заборонено розвивати в селі місцеву промисловість (через перепону зміни цільового призначення землі СГВ) це призведе до втрати джерел доходу мешканців села, дальшої його депопуляції.

Отже, задачею державного регулювання в аграрній галузі має бути комплекс заходів щодо відновлення економічної структури села. Це – стимулювання одноосібних й фермерських господарств, середніх й великих, стимулювання їх капіталозабезпечення.

Методи підвищення виробничої функції F_a (стимулювання продуктивності сільського господарства) добре відомі: це племінна робота в галузі молочного й м'ясного тваринництва, інших його видів, лізинг сільськогосподарської техніки, забезпечення матеріалами й кредитами будівництво господарських приміщень, становлення служб технічної допомоги, надання рілльничих послуг, ветеринарне обслуговування, сприяння збуту продукції, розвинуте правове забезпечення й технічний сервіс аграрних виробників.

З ідеологічного погляду нині необхідно відновити повагу до аграрної діяльності. Для аграрного виробництва важливо привести у відповідність величину заощаджень власника землі, площу землі, розмір плати робітникам, виробничі витрати. Це приводить до задачі оптимізації структури капіталу сільгосппідприємства [143].

Перед дозволом продавати землю має бути підготовлена й впроваджена програма стимулювання виникнення малих й середніх господарств на основі існуючих відносин оренди. Перехідний процес після дозволу продавати землю (ринковий «шок») викличе тим менші руйнівні наслідки, чим ближчою до рівноваги буде структура володіння капіталом й землею.

Після «дозволу на продаж землі», держава має розгорнути мобільну систему заходів стимулювання збільшення капіталу власників землі, й одночасно запобігати збільшенню розмірів земельної власності.

Для ефективного управління становленням середніх аграрних виробників необхідно введення податків, прямо пристосованих до розподілів $\rho(v,u)$ й $\rho(u)$, (прогресивна шкала податків), або опосередковано (як в Австро-Угорщині після скасування панщини). Можливий прогресивний податок на землю й доходи.

Капіталозабезпеченість сільського господарства посилюють доходи заробітчан (останньої хвилі трудових емігрантів з України). Легалізація їхніх доходів, гарантія звільнення від оподаткування, й здешевлення системи перерахувань в Україну, стимулювання ввезення сільгосптехніки, нової й уживаної, – такими мали б бути заходи держави для зсуву $\rho(v,u)$ й $\rho(u)$ управо.

Аналіз стійких економічних станів при малих земельних володіннях показує, що «дозволу на продаж землі» має передувати комплекс заходів управління аграрним виробництвом, спрямований на стимулювання трьох видів сільських господарств – одноосібних, малих і середніх фермерських. Стратегічно важливо сформувавши серед них унімодальний розподіл $p(v)$ кількості власників за величиною земельних володінь v , і вживати заходів для зсуву моди розподілу кількості власників землі за величиною заощаджень вправо $\rho(u)$. Інакше кажучи, без активізації масового сільського виробництва, дозвіл продавати землю викличе ще одну демографічну й культурну катастрофу. Оскільки нині аграрне виробництво можливе лише в умовах достатньо високого соціально-побутового забезпечення, тому поряд з названими вище заходами щодо його стимулювання має бути розгорнуто програму розвитку місцевої промисловості.

Отже, сучасне державне регулювання економікою в Україні відзначається розбіжністю між гласно здекларованими програмами й реально

втіленими управлінськими заходами. Управлінські державні дії організовано за принципом збереження бімодального майнового розподілу суспільства. Це робить неможливим перехід економіки у високопродуктивний стан. Державне управління економікою створює сприятливі обставини для великих підприємств, котрі невпинно розширюються. Управлінські дії держави стосовно решти учасників економіки, на жаль, не сприяють переходу їх діяльності з низькопродуктивного у високопродуктивний стан. Зокрема, неможливість переходу у високопродуктивний стан сільського господарства пов'язана з обмеженням росту капіталозабезпечення аграрних виробників. Методи виправлення названих недоліків добре відомі, вони частково були втілені в Україні у попередні історичні епохи, їх неодноразово було успішно впроваджено в багатьох іноземних країнах.

Висновки до розділу 3

1. Запропоновано базову модель ринкової економіки (БМРЕ) з так званою «мінімальною» економічною структурою суспільства (ЕСС), яка представлена двома групами елементів суспільства – власниками підприємств та найманими робітниками, які виробляють агрегований продукт (АП). Базова модель дозволяє на теоретичному рівні здійснити її якісний аналіз, встановити поведінку її розв'язків та тенденції розвитку описуваного нею процесу, явища тощо.

2. Проведено якісний аналіз стаціонарних розв'язків базової моделі ринкової економіки (БМРЕ), який 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 попиту на агрегований продукт та функції пропозиції виготовленої продукції. Зазначено, що виробничі функції та функції споживання, від яких залежить кількість рівноважних станів змінюються з часом, що й приводить

до зміни кількості та якісних характеристик рівноважних станів, тобто до постійної еволюції економічних, еколого-економічних та соціально-економічних систем.

3. Обґрунтовано проблеми та шляхи переходу економічної системи із низькопродуктивного у високопродуктивний стан і навпаки, особливості мультистабільності системи та варіанти досягнення нею високопродуктивного одноmodalного майнового розподілу суспільних елементів. Розглянуто два методи переведення динамічної системи у високопродуктивний стан. Перший метод (силовий або енергетичний) полягає у вкладанні в економіку коштів ззовні, які приводять до збільшення фінансової спроможності учасників економіки. Другий метод полягає у зміні параметрів рівнянь і називається параметричним. Параметричний метод переходу у високопродуктивний стан полягає в такій зміні функцій поведінки, регуляторних параметрів, домінант суспільної поведінки, внаслідок чого існуючий стан економіки попадає в області притягання до високопродуктивного стійкого стану.

4. Викладено огляд деяких недоліків сучасної економічної організації суспільства, розкритих з допомогою методів математичного моделювання економіки.

5. Для обчислювальних експериментів з моделлю розроблено програмне забезпечення на основі засобів Matlab.

РОЗДІЛ 4

МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ НА РІЗНИХ РІВНЯХ ІЄРАРХІЇ

4.1. Модель економічної динаміки з урахуванням ринку землі

За час проведення земельної реформи в Україні в цілому створені передумови для економічного обороту земельних ресурсів – відбулася демонополізація державної власності на землю, визначено загальний порядок набуття і реалізації прав на земельні ділянки та проведення транзакцій із ними, інтенсивно розвивається ринкова інфраструктура та здійснюється оцінка земель тощо. Функціонують ринок земель несільськогосподарського призначення та ринок оренди сільськогосподарських земель. Попри це, сучасне землекористування в Україні має відбиток колишніх радянських екстенсивних методів господарювання, а негативними наслідками реформування в аграрній сфері стали суцільна парцеляція земель, широке застосування адміністративних методів регулювання земельних відносин і законодавчі обмеження права приватної власності тощо [69].

Нині є очевидним, що проблема запровадження сталого землекористування в Україні потребує подальшого посилення дієвості державного регулювання ринкових земельних відносин, що має гарантувати формування сталого землекористування, розширення економічних свобод, створення умов для якомога повнішого і безперешкодного забезпечення учасників ринку земельними ресурсами. Земля є основним ресурсом людського розвитку у сільській місцевості, а тому існує неабияка потреба у розробці наукових підходів до консолідації сільськогосподарського землекористування у ході землеустрою за умови попередження надмірної економічної концентрації земельних ресурсів у ринкових умовах, підвищення ефективності використання земель державної власності.

Отже, розробка теоретичних та практичних механізмів регулювання ринку земель належить до надзвичайно актуальних завдань вітчизняної економічної науки. Наукове обґрунтування удосконалення державної політики у галузі регулювання економічних відносин, пов'язаних із реалізацією прав на земельні ресурси, у сучасних умовах слід розглядати як одну з ключових передумов успішності економічних реформ та формування сталого землекористування.

Водночас недостатньо дослідженими залишаються: теоретико-методологічні основи ринкових земельних відносин; економічні наслідки трансформації земельних відносин в Україні як передумови формування повноцінного ринку земель сільськогосподарського призначення; засади державної регуляторної політики на ринку земель та розробка на цій основі системи управління землями сільськогосподарського призначення державної власності.

Розглянемо економіко-математичну модель динаміки перехідної економіки з урахуванням ринку землі. У зв'язку з цим, змоделюємо перехідну економіку з урахуванням виникнення ринку землі сільськогосподарського призначення (СГП) за умов, коли вся така земля перебуває у приватній власності після державного розпаювання (повної денационалізації), частина її здана в оренду, а промисловий сектор відзначається стабілізацією трансформаційних процесів. Така постановка завдання пов'язана з якісним станом сучасної економіки України, стосується надзвичайно актуального питання можливої реформи земельних відносин й державного регулювання сільськогосподарського виробництва. Модельний підхід до її розв'язання відповідає наявним тенденціям моделювання перехідної економіки, дозволяє вивчати взаємодію аграрного й промислового секторів в умовах можливого початку продажу землі [15,16,18,27,50,52,53,56,164].

Як відомо, будь-яке явище чи процес доцільно вивчати в комплексі з факторами, які мають прямий чи опосередкований вплив на дане явище. В даному контексті на ринок землі мають визначальний вплив люди та

суспільство. Зупинимось на деталізації тих категорій осіб, які мають у своїй власності землі сільськогосподарського призначення (ЗСГП): непрацюючі пенсіонери, що не мають земельної власності (їх кількість n_0); працівники промислового сектору, які не мають ЗСГП і працюють у середніх і великих промисловців (n_1); службовці (n_2) і пенсіонери-службовці (n_3), які не мають ЗСГП; пенсіонери-працівники промисловості (n_4), які не мають ЗСГП; працівники аграрного сектору, які не мають ЗСГП і працюють у середніх та великих землевласників (n_5); власники середніх промислових підприємств, які не мають ЗСГП (n_6) і власники великих промислових підприємств, які не мають ЗСГП (n_7); селяни-пенсіонери, що є власниками ЗСГП (наприклад, земельних паїв), яку самі не обробляють, але здають у оренду, можуть її продавати та купувати у інших власників і, звичайно, є учасниками ринку землі (n_8); дрібні власники ЗСГП (паїв), які мають працездатний вік і самостійно здійснюють обробіток землі та є учасниками ринку землі, тобто можуть продавати та купувати землю (n_9), що можуть самостійно обробляти землю та продавати її; власники середніх земельних господарств, які використовують найману працю і є учасниками ринку землі (n_{10}); власники великих земельних господарств, які використовують найману працю і є учасниками ринку землі (n_{11}). Зауважимо, що поділ землевласників на середніх та великих можливий, найперше, залежно від їх впливу на ринок, хоча у деяких випадках цього поділу можна не робити. Також зазначимо, що у рамках описаної вище кластеризації суспільства власники ЗСГП та власники промислових підприємств чітко розділені, тобто вважається, що вони не є одночасно власниками ЗСГП і власниками-промисловцями, хоча можливі також інші припущення щодо них. Крім того, на відміну від моделей [52,53,56], а також інших їх модифікацій, які базуються на рівняннях динаміки заощаджень лише тих категорій суспільних груп, які є власниками ЗСГП, надалі йдеться про моделі, складовими співвідношеннями яких обов'язково є рівняння динаміки заощаджень представників всіх груп громадян, які формують

запропоновану економічну структуру суспільства, зокрема і найманих працівників як у сільському господарстві, так і у промисловості.

Позначимо через $u_i (i = \overline{0,11})$ динамічні змінні, якими описуються заощадження представників кожної з груп, причому вважатимемо, що ці заощадження всередині кожної з груп усереднені та рівні між собою, тобто кожний окремий представник будь-якої із включених у економічну структуру суспільства груп практично повністю репрезентує свою групу як окремий суспільний кластер. Нехай також власники ЗСГП мають земельні володіння площею $v_i (i = \overline{8,11})$, які вважаються рівними для всіх членів всередині кожної групи. Загальна площа ЗСГП рівна v (од. площі).

Щоб змодельовати закономірності зміни заощаджень у всіх групах громадян, припустимо також, що доходи пенсіонерів та робітників промисловості й сільського господарства стали й рівні в межах цих груп. Нехай s_0 – пенсія непрацюючих пенсіонерів; s_1 – зарплата робітників промисловості; s_2 – зарплата службовців; s_3 – зарплата робітників сільського господарства (s_0, s_1, s_2, s_3 надалі вимірюється у грошових одиницях). Перші шість груп громадян ($i = \overline{0,5}$) не мають ЗСГП і не є власниками промислових підприємств, тому зі свого сталого доходу (крім пенсії) сплачують податок за ставкою k_0 . Всі групи громадян є споживачами сільськогосподарської (аграрної) та промислової продукції, тому логічно вважати, що вони витрачають частку $\alpha_i (i = \overline{0,11})$ своїх заощаджень на споживання агрегованого сільськогосподарського продукту, ціну якого, як і раніше, позначимо через p_a , і частку $\beta_i (i = \overline{0,11})$ – на споживання агрегованого промислового продукту, ціну якого позначимо через p_b . Обсяги збуту аграрного продукту описує функція попиту $Q_a (\alpha_i u_i / p_a)$, яка залежить від купівельної спроможності $(\alpha_i u_i / p_a)$ (p_a – ціна агрегованого

сільськогосподарського продукту) громадян ($i = \overline{0,11}$). Обсяги збуту промислового продукту описує функція попиту $Q_b(\beta_i u_i / p_a)$, яка залежить від купівельної спроможності $\beta_i u_i / p_a$ (p_b – ціна агрегованого промислового продукту) громадян ($i = \overline{0,11}$). Функції попиту можуть бути різного типу, зокрема типу [57]. На відміну від перших шести груп громадян, для яких $\alpha_i + \beta_i = 1$, $i = \overline{0,5}$ підприємці та власники ЗСГП, крім селян-пенсіонерів, що є власниками паїв, витрачають також частку своїх заощаджень γ_i ($i = 6, 7, 9, 10, 11$) на виробничі потреби ($\alpha_i + \beta_i + \gamma_i \leq 1$, $i = 6, 7, 9, 10, 11$). Власники промислових підприємств не мають ЗСГП, тому їх дохід залежить від обсягів збуту вироблених товарів.

Обсяг вироблених промислових товарів описує виробнича функція $F_b(\gamma_i u_i / p_b)$, яка залежить від капіталозабезпечення $\gamma_i u_i / p_b$ виробництва одним власником в i -тій групі власників. Власники промислових підприємств сплачують податок на фонд заробітної плати (ставка k_1), податок на додану вартість (ставка k_2) і виплачують зарплату s_1 найманим робітникам.

Кількість продукту, виробленого власником ЗСГП описує виробнича функція $F_a(\gamma_i u_i / p_a)$, яка залежить від капіталозабезпечення $\gamma_i u_i / p_b$ аграрного виробництва відповідним власником ($i = \overline{9,11}$). Власники ЗСГП, крім уже указаних вище податків, сплачують також податок за землю (ставка k_3), а «середні» і «великі» землевласники ще й виплачують зарплату s_5 найманим робітникам аграрного виробництва.

Всі власники ЗСГП є учасниками ринку землі, тому частку μ_i ($i = \overline{8,11}$) своїх заощаджень вони можуть витрачати на придбання нових земельних ділянок. Вони можуть також і продавати певні ділянки власної землі, наприклад, частку ξ_i ($i = \overline{8,11}$) від загальної площі своєї ЗСГП. У зв'язку з

цим вводяться у розгляд функція попиту на землю $Q_v\left(\frac{\mu_i u_i}{p_v}\right)$ (p_v – ціна на ЗСГП) та функція пропозиції землі $G_v(\xi_i v_i)$ i -го власника. У найпростішому випадку ці функції можуть бути лінійні, наприклад, $Q_v\left(\frac{\mu_i v_i}{p_v}\right) = \mu_i v_i / p_v$; $G_v(\xi_i v_i) = \xi_i v_i$. Зауважимо, що $\alpha_8 + \beta_8 + \mu_8 = 1$, $\alpha_i + \beta_i + \gamma_i + \mu_i = 1$, $i = \overline{9,11}$.

Під час купівлі та продажу угідь сума всіх площ ЗСГП має залишатися сталою, наприклад, якщо в момент t ці площі рівні $v_i(t)$ ($i = \overline{8,11}$), то

$$\sum_{i=8}^{11} n_i v_i(t) = V = \text{const.}$$

Перейдемо до побудови основних математичних співвідношень моделі, перед цим здійснивши ряд припущень, які із незначними уточненнями є справедливими для наступних моделей даного підрозділу:

- вся ЗСГП знаходиться у приватній власності;
- вплив державного сектора врахований неявно у вигляді ставки податку на дохід та на землю; розміру пенсії; величини земельної ренти; початкових площ земель сільськогосподарського призначення, якими володіють землевласники в початковий момент впровадження ринку ЗСГП;
- селяни-пенсіонери самостійно землю не обробляють, а лише здають її в оренду чи продають;
- кожна динамічна змінна пропорційна в часі різниці між попитом і пропозицією чи доходами і витратами з відповідним коефіцієнтом.

Площі земельних угідь власників ЗСГП будемо вважати динамічними змінними, оскільки у загальному випадку вони змінюються залежно від попиту та пропозиції окремих власників.

Дохід непрацюючого пенсіонера, який не має ЗСГП, складається лише з неоподаткованої пенсії, з якої власне і відраховуються витрати на споживання продукції сільського господарства та промисловості. Зміна

заощаджень u_0 непрацюючих пенсіонерів пропорційна різниці між їх сталим доходом s_0 і витратами на споживання, тобто

$$\frac{du_0}{dt} = s_0 - p_a Q_a(\alpha_0 u_0 / p_a) - p_b Q_b(\beta_0 u_0 / p_b). \quad (4.1.1)$$

Зміна заощаджень u_1 робітників промисловості пропорційна різниці між їх сталим доходом s_1 , зменшеним на величину податку й витрат на споживання промислового й аграрного продукту:

$$\frac{du_1}{dt} = s_1(1 - k_0) - p_a Q_a(\alpha_1 u_1 / p_a) - p_b Q_b(\beta_1 u_1 / p_b). \quad (4.1.2)$$

Зміна заощаджень u_2 службовців пропорційна різниці між їх сталим доходом s_2 , зменшеним на величину податку й витрат на споживання промислового й аграрного продукту:

$$\frac{du_2}{dt} = s_2(1 - k_0) - p_a Q_a(\alpha_2 u_2 / p_a) - p_b Q_b(\beta_2 u_2 / p_b). \quad (4.1.3)$$

Зміна заощаджень u_3 пенсіонерів-службовців пропорційна різниці між їх сталим доходом, складеним пенсією s_0 і зарплатою s_2 , зменшеною на величину податку й витрат на споживання промислового й аграрного продукту:

$$\frac{du_3}{dt} = s_0 + s_2(1 - k_0) - p_a Q_a(\alpha_3 u_3 / p_a) - p_b Q_b(\beta_3 u_3 / p_b). \quad (4.1.4)$$

Зміна заощаджень u_4 пенсіонерів-працівників промисловості пропорційна різниці між їх сталим доходом, складеним пенсією s_0 і зарплатою s_1 , зменшеною на величину податку й витрат на споживання промислового й аграрного продукту:

$$\frac{du_4}{dt} = s_0 + s_1(1 - k_0) - p_a Q_a(\alpha_4 u_4 / p_a) - p_b Q_b(\beta_4 u_4 / p_b). \quad (4.1.5)$$

Працівники аграрного сектора, які не є власниками ЗСП і наймаються працювати до середніх і великих землевласників, доходну частину своїх заощаджень формують лише за рахунок зарплати s_5 . Витратна частина їх

заощаджень – це податок із зарплати та видатки на споживання сільськогосподарської і промислової продукції:

$$\frac{du_5}{dt} = s_5(1 - k_0) - p_a Q_a(\alpha_5 u_5 / p_a) - p_b Q_b(\beta_5 u_5 / p_b). \quad (4.1.6)$$

Заощадження u_6 власників середніх промислових підприємств змінюються залежно від різниці між доходом від реалізації всім громадянам виробленого ними промислового продукту та видатками на особисте споживання й організацію виробництва:

$$\begin{aligned} \frac{du_6}{dt} = & \frac{D_6 p_b}{n_6} \sum_{i=0}^{11} n_i Q_b(\beta_i u_i / p_b) - p_a Q_a(\alpha_6 u_6 / p_a) - \\ & - p_b Q_b(\beta_6 u_6 / p_b) - \frac{D_6(n_1 + n_4)s_1(1 + k_1)}{n_6} - (k_2 + \lambda_6) p_b F_b(\gamma_6 u_6 / p_b), \end{aligned} \quad (4.1.7)$$

де λ_6 – накладні витрати середніх промислових підприємств,

$D_i = n_i u_i \gamma_i / \left(\sum_{j=6}^7 n_j u_j \gamma_j \right), i = 6, 7$, – коефіцієнт, що відображає частки розподілу

ринку праці між «середніми» і «великими» підприємцями.

Заощадження u_7 власників великих промислових підприємств змінюються залежно від різниці, між доходом від виробленого ним промислового продукту та видатками на особисте споживання й організацію виробництва:

$$\begin{aligned} \frac{du_7}{dt} = & \frac{D_7 p_b}{n_7} \sum_{i=0}^{11} n_i Q_b(\beta_i u_i / p_b) - p_a Q_a(\alpha_7 u_7 / p_a) - \\ & - p_b Q_b(\beta_7 u_7 / p_b) - \frac{D_7(n_1 + n_4)s_1(1 + k_1)}{n_7} - (k_2 + \lambda_7) p_b F_b(\gamma_7 u_7 / p_b), \end{aligned} \quad (4.1.8)$$

де λ_7 – накладні витрати «великих» промислових підприємств.

Дохід селян-пенсіонерів, які є власниками паїв, складається з пенсії s_0 , виручки від проданої частини землі та коштів, отриманих від зданої в оренду землі (вважається, що пенсіонер всю свою землю віддає в оренду), а витрати пов'язані із споживанням сільськогосподарського та промислового продуктів

і коштами, виділеними на покупку землі. Отже,

$$\frac{du_8}{dt} = s_0 + p_v G_v(\xi_8 v_8) + R p_a v_8 D_8 \left[n_{10} F_a(\gamma_{10} u_{10} / p_a) + n_{11} F_a(\gamma_{11} u_{11} / p_a) \right] - p_a Q_a(\alpha_8 u_8 / p_a) - p_b Q_b(\beta_8 u_8 / p_b) - p_v Q_v(\mu_8 u_8 / p_v), \quad (4.1.9)$$

де R – частка доходу, яку орендар повертає орендатору як плату за орендовану землю, $D_8 = 1 / (n_8 v_8 + n_{10} v_{10} + n_{11} v_{11})$.

Побудова рівняння зміни заощаджень дрібного власника ЗСГП, який має працездатний вік і самостійно обробляє свою землю, реалізується подібно. Заощадження одноосібних власників землі зростають завдяки доходу від збуту виробленої сільськогосподарської продукції та продажу частини ЗСГП і спадають у зв'язку з витратами на споживання сільськогосподарського і промислового продуктів, придбання ЗСГП, видатками на обробку землі. Рівняння динаміки заощаджень одноосібного власника має вигляд:

$$\frac{du_9}{dt} = \frac{D_9}{n_9} p_a \sum_{i=0}^{11} n_i Q_a(\alpha_i u_i / p_a) + p_v G_v(\xi_9 v_9) - p_a Q_a(\alpha_9 u_9 / p_a) - p_b Q_b(\beta_9 u_9 / p_b) - p_v Q_v(\mu_9 u_9 / p_v) - (k_2 + k_3 + \lambda_9) p_a F_9(\gamma_9 u_9 / p_a), \quad (4.1.10)$$

де λ_9 – частка виробничих витрат

$$D_j = \frac{n_j \gamma_j u_j}{\sum_{i=9}^{11} n_i \gamma_i u_i}, \quad j = \overline{9, 11}.$$

Складовими доходу середніх і великих землевласників, які використовують найману працю, є кошти від продажу сільськогосподарської продукції та землі, а складовими витрат – видатки на споживання сільськогосподарської та промислової продукції, купівлю ЗСГП, фонд заробітної плати та податок на нього, податок на землю (власну і орендовану), податок на додану вартість, виробничі витрати та частку доходу, яку він сплачує орендодавцю у вигляді земельної ренти. Рівняння зміни заощаджень формалізується так:

$$\begin{aligned} \frac{du_{10}}{dt} = & \frac{D_{10}}{n_{10}} p_a \sum_{i=0}^{11} n_i Q_a(\alpha_i u_i / p_a) + p_v G_v(\xi_{10} v_{10}) - p_a Q_a(\alpha_{10} u_{10} / p_a) - \\ & - p_b Q_b(\beta_{10} u_{10} / p_b) - p_v Q_v(\mu_{10} u_{10} / p_v) - \frac{D_{10}(1+k_1)n_5 s_5}{n_{10}} - \\ & - p_a (k_2 + k_3 + \lambda_{10} + R) F_a(\gamma_{10} u_{10} / p_a). \end{aligned} \quad (4.1.11)$$

Аналогічним чином формується рівняння динаміки заощаджень «великих» землевласників:

$$\begin{aligned} \frac{du_{11}}{dt} = & \frac{D_{11}}{n_{11}} p_a \sum_{i=0}^{11} n_i Q_a(\alpha_i u_i / p_a) + p_v G_v(\xi_{11} v_{11}) - p_a Q_a(\alpha_{11} u_{11} / p_a) - \\ & - p_b Q_b(\beta_{11} u_{11} / p_b) - p_v Q_v(\mu_{11} u_{11} / p_v) - \frac{D_{11}(1+k_1)n_5 s_5}{n_{11}} - \\ & - p_a (k_2 + k_3 + \lambda_{11} + R) F_a(\gamma_{11} u_{11} / p_a). \end{aligned} \quad (4.1.12)$$

Швидкість зміни площі земельних володінь для всіх груп землевласників ($i = \overline{8,11}$) залежить від різниці між обсягами купленої землі і розмірами проданої землі:

$$\frac{dv_i}{dt} = \theta_i^v \left[Q_v(\mu_i u_i / p_v) - G_v(\xi_i v_i) \right], i = \overline{8,11}, \quad (4.1.13)$$

де θ_i – коефіцієнт інерційності.

Гранична ціна (швидкість зміни ціни) промислового продукту пропорційна (з деяким коефіцієнтом θ_b інерційності ринку) різниці між обсягами попиту та пропозиції цього продукту:

$$\frac{dp_b}{dt} = \theta_b \left[\sum_{i=0}^{11} n_i Q_b(\beta_i u_i / p_b) - \sum_{i=6}^7 n_i F_b(\gamma_i u_i / p_b) \right], \quad (4.1.14)$$

де θ_b – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни ціни агрегованого сільськогосподарського продукту також пропорційна різниці між обсягами його споживання (попиту) та виробництва (пропозиції):

$$\frac{dp_a}{dt} = \theta_a \left[\sum_{i=0}^{11} n_i Q_a(\alpha_i u_i / p_a) - \sum_{i=9}^{11} n_i F_a(\gamma_i u_i / p_a) \right], \quad (4.1.15)$$

де θ_a – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни ціни ЗСГП пропорційна різниці між обсягами її збуту та купівлі, а також різниці між дохідністю землі і затратами на організацію виробництва:

$$\begin{aligned} \frac{dp_v}{dt} = & \eta_v^1 \sum_{i=8}^{11} n_i [G_v(\xi_i v_i) - Q_v(\mu_i u_i / p_v)] + \\ & + \eta_v^2 \left\{ \sum_{i=9}^{11} n_i F_a(\gamma_i u_i / p_a) - n_9 (k_2 + k_3 + \lambda_9) F_a(\gamma_9 u_9 / p_a) - \right. \\ & \left. - \sum_{i=10}^{11} n_i (k_2 + k_3 + \lambda_i + R) F_a(\gamma_i u_i / p_a) \right\}, \end{aligned} \quad (4.1.16)$$

де η_v^1, η_v^2 – коефіцієнти пропорційності, що відображають інертність ринку.

Побудована модель (4.1.1)-(4.1.16) описує зміни заощаджень основних груп власників ЗСГП та динаміку площ земельних володінь в умовах дозволу продавати ЗСГП. Дана модель є системою звичайних диференціальних рівнянь і має єдиний розв'язок при початкових умовах:

$$\begin{aligned} u_i(0) = u_i^{(0)} (i = \overline{0,11}), v_i(0) = v_i^{(0)} (i = \overline{8,11}), \\ p_b(0) = p_b^{(0)}, p_a(0) = p_a^{(0)}, p_v(0) = p_v^{(0)}. \end{aligned} \quad (4.1.17)$$

Рівняння моделі (4.1.1)-(4.1.16) з початковими умовами (4.1.17) описують формування та витрати заощаджень, а також процеси ціноутворення на промисловий агрегований продукт сільського господарства та ЗСГП.

Зауважимо, що параметри моделі (4.1.1)-(4.1.17), як і моделей запропонованих нижче відіграють особливу роль, оскільки частина з них неявно відображають вплив держави на ринок ЗСГП та економічну динаміку в цілому. Крім того, у певному сенсі параметри таких моделей конкретизують їх рівень агрегування, тобто якщо ці параметри відображають соціально-економічні процеси регіону, то матимемо відповідні регіональні моделі, а якщо – країни, то матимемо відповідно макромодель.

Модель (4.1.1)-(4.1.17) може бути у різний спосіб доповнена та розширена. У першу чергу за рахунок розширення економічної структури суспільства. Стосовно питання про повноту економічної структури суспільства варто зазначити наступне. Розширення цієї структури, тобто включення до її складу нових суспільних груп найперше залежить від мети дослідження, тобто від тих локальних і глобальних завдань, що конкретизують мету. Не зупиняючись на деталізації цих припущень, відзначимо лише той факт, що логіка побудови нових моделей не зміниться. Їх формалізація не викликає особливих ускладнень у порівнянні з описаною вище моделлю.

Зрозуміло, що описана вище модель ринкової поведінки (чи взаємодії) власників ЗСПП відображає одну із можливих проекцій досліджуваного об'єкта (тобто ринку ЗСПП) на простір показників економічної структури суспільства та цін на землю і сільськогосподарську продукцію. Рівняння моделі (4.1.1)-(4.1.17) можуть бути також модифіковані та деталізовані залежно від рівня конкретизації тих чи інших факторів і параметрів, що власне приводить нас до нових моделей. Моделі також можуть бути модифіковані, якщо при їх побудові не розділяти членів третьої та четвертої груп, тобто у структурі власників ЗСПП не виділяти середніх та великих власників, а об'єднати їх у єдину групу власників, що використовують найману працю. Як уже було зазначено раніше, диференціація таких власників на середні та великі пов'язана з тим, що їх вплив на ринку землі, як правило, не однаковий, тому у реальній ситуації при визначенні загальних тенденцій цього ринку такий поділ є суттєвим. Запропонована у даному пункті модель матиме більш змістовний характер, якщо певним чином врахувати в ній виробничі фонди аграрного сектора [15].

У [50] запропонована модель економіки з урахуванням трансакційних витрат на ринку ЗСПП демонструє можливість формалізації виробничої діяльності підприємств ринкового сервісу, а отже і трансакційних витрат в операціях купівлі-продажу ЗСПП. Модель, як і її можливі модифікації, розширяє

можливості аналізу та прогнозування сучасних соціально-економічних процесів, у яких сервіс відіграє принципово важливу роль.

Підсумовуючи викладені вище результати, зауважимо, що запропоновані вище моделі, а також їх можливі модифікації належать до комплексу моделей, які описують у системі показників економічної структури суспільства та цін на сільськогосподарську продукцію і землю процеси, що можуть відбуватись на ринку землі, тому можуть бути використані для вивчення реального ринку, його наслідків економічного та суспільного характеру.

Нище описано закономірності взаємодії аграрного сектора економіки з секторами промислового виробництва за умов введення ринку землі. Ці закономірності виявлено на основі аналізу довготривалих розв'язків імітаційної моделі економіки з ринком землі та відображають основні очікувані тенденції розвитку ринку землі. Програмне забезпечення цієї моделі розроблено на основі системи обчислень Matlab. Містить комплекс програмних модулів, призначених для присвоєння значень параметрам, обчислення значень функцій, опису рівнянь моделі та знаходження їх розв'язків, виводу результатів обчислень, а також – для управління обчислювальними експериментами.

Для виконання обчислювальних експериментів всім параметрам моделі присвоєно їхні значення, а також – найбільші і найменші значення, які вони умовно можуть приймати в досліджуваній економіці. Їхні значення подано в таблиці А.1 в додатку А.

Зазначимо, що параметри моделі встановлено за статистичними даними, на основі експертних оцінок та за допомогою імітаційних експериментів. Крім того, параметри функцій, використаних у моделі, встановлено на основі розв'язків ідентифікаційних задач за статистичними даними [13,111, 125].

Ілюстративні графіки функції пропозиції $F_a(r)$ та попиту $Q_a(r)$ на аграрний продукт показано на рис. 4.1.1, графіки функції пропозиції промислового продукту $F_b(r)$ та попиту на промисловий продукт $Q_b(r)$ – на рис. Б.1, графіки функції пропозиції землі сільськогосподарського

призначення $G_v(r)$ та попиту на неї $Q_v(r)$ – на рис. 4.1.2. Із цих графіків випливає, що названі вище функції пропозиції та попиту на аграрний, промисловий продукти, а також землю мають точки перетину, в яких пропозиція товару дорівнює попиту на нього.

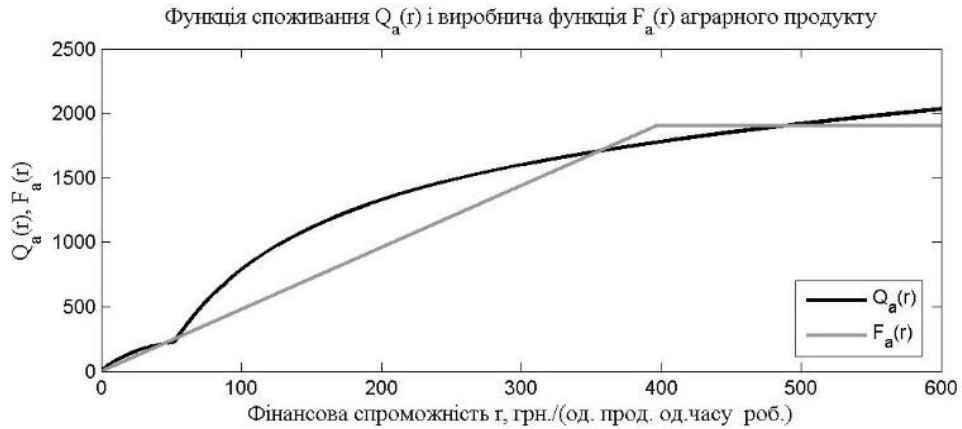


Рис. 4.1.1. Графіки функцій попиту на аграрний продукт $Q_a(r)$ та його пропозиції $F_a(r)$

На рис. 4.1.3 показано графік розв'язку моделі, який імітує зміну ціни ЗСПП. На цьому графіку проілюстровано ситуацію впровадження ринку землі, коли ціна на землю спершу швидко зростає, далі – спадає і ще далі тривалий час монотонно зростає, а в довготривалій перспективі – зростає з незначними коливаннями.



Рис. 4.1.2. Графіки функції пропозиції ЗСПП $G_v(r)$ та попиту на неї $Q_v(r)$

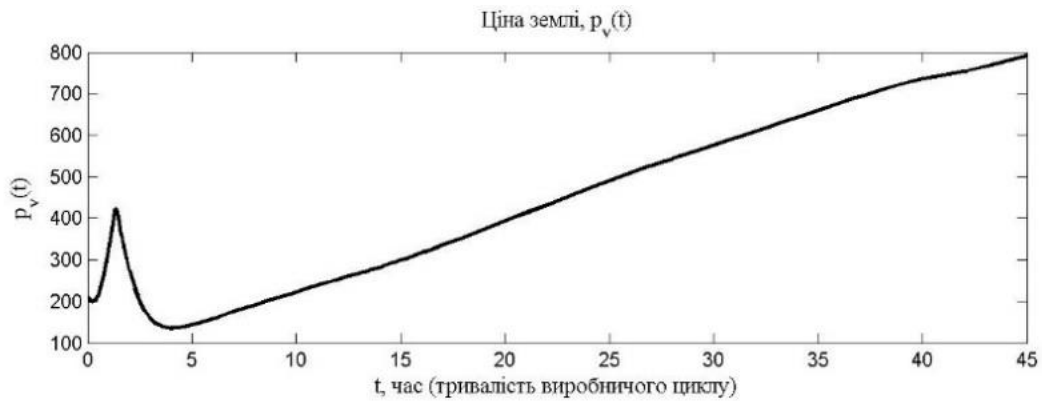


Рис. 4.1.3. Графік розв'язку $p_v(t)$ моделі, який імітує динаміку ціни ЗСГП

У розробленій моделі знехтувано демографічними впливами на ціну землі, тому тимчасовий сплеск цієї ціни пов'язаний з обсягами попиту на землю, обсягами її пропозиції та структурою платоспроможного попиту щодо землі. Демографічні процеси, які зумовлюють зміну власності на ЗСГП, посилюють короткотривалі процеси становлення ринкової ціни на землю. Тому перед введенням ринку землі необхідно виробити ефективні регуляторні заходи, які мають запобігти спекуляції на ринку землі, її відчуженню за неринковими цінами.

На основі аналізу динаміки розв'язків моделі економіки та на основі аналізу залежності цих розв'язків від параметрів моделі встановлено ряд висновків щодо можливого розвитку ринку землі в нашій країні та виникнення інших, пов'язаних з ним економічних процесів. Зокрема, встановлено, що надання дотацій аграрним виробникам з низькою фінансовою спроможністю безумовно приводить до бажаних соціально-економічних наслідків. Без застосування відповідних регуляторних норм в країні виникає процес монополізації земельної власності. Він є частковим наслідком взаємозалежної одночасної зміни земельної власності і заощаджень учасників аграрного виробництва. Хоча в модельованій економіці відбуваються процеси диференціації учасників економіки за фінансовими й земельними ресурсами, а також – диференціація учасників промислового виробництва, – в ній можливі регуляторні заходи щодо

збереження малого і середнього аграрного виробництва. Проте, одне лише введення ринку землі не виправить цих та інших диспропорцій, які є в досліджуваній економіці. Важливим заходом виправлення таких диспропорцій є (принаймні тимчасовий) пріоритет виробництва засобів виробництва, зокрема – сільгосптехніки.

В досліджуваній економіці відбувається запізнена адаптація виробництва сільгосптехніки до структури споживчого попиту на неї. Учасники аграрного виробництва з різними ступенями фінансового забезпечення підтримують різний темп поновлення технологій – на одиницю свого капіталу купують сільгосптехніку в різних обсягах. Це зумовлює диференціацію учасників аграрного виробництва за досконалістю технологій. Для держави важливо не допустити поглиблення цієї диференціації.

Між секторами виробництва споживчого промислового продукту і виробництва сільгосптехніки (продукту промислового споживання) виникає певна конкуренція за споживчий попит. Її виявлено за синхронною динамікою ціноутворення на продукти цих секторів.

Створення ринку землі не позначиться на адаптуванні виробництва сільгосптехніки та на процесах, пов'язаних з ринковим сервісом, хоча значна частка ринкового сервісу припадає на промисловий сектор, але тенденції розвитку ринкового сервісу відображають економічні закономірності, які є одночасно економічно вигідні всім учасникам економіки, не зважаючи на конкуренцію між ними.

У досліджуваній економіці проявляються закономірності обмеження доходів громадян зі сталою платнею та виробників з низькою фінансовою спроможністю. Це дає підстави не вважати її економікою зростання, а відносити до певного типу закритих економічних систем. Фінансові і земельні ресурси учасників змодельованої економіки мають тенденцію до збільшення з пізнішим зменшенням. Характерна точка зміни тенденції із зростання до повернення проявляється на динаміці учасників економіки з низькою фінансовою спроможністю. Така зміна зростання ресурсів та їхнє

спадання виявляється як почергове східчасте збільшення (зменшення) заощаджень і землі в соціально близьких групах (в групі одноосібних власників землі, працівників сільського господарства). Зміна зростання таких показників на спадання відбувається з гістерезисом, в якому виявляється певна «стійкість до погіршення економічного стану» досліджуваного господарства. Моменти зміни позитивної тенденції фінансових показників на негативну в різних економічних групах різні.

Процеси в досліджуваній економіці не залежать від відносної кількості членів економічних груп. Така закономірність приховує небезпеку, що державою буде знехтувано можливе зникнення певних соціальних груп, обґрунтовуючи її «ринковою припустимістю» цих процесів. Це означає, що вилучення частини громадян суспільства з виробництва і споживання, не призведе до погіршення чи поліпшення економічного становища решти членів суспільства. Так в ринковій економіці виникають передумови для еміграції, безробіття та зайнятості поза господарською діяльністю.

Ставка податку на дохід по різному позначається на аграрному й промисловому секторах економіки, на середніх і великих підприємствах. Протягом короткотривалих проміжків часу збільшення ставки на дохід покращує конкурентний стан аграрних підприємств, які отримують державні дотації. Зміна ставки податку на землю зумовлює хвилю економічних наслідків, які проявляються спершу на великих аграрних підприємствах, - потім на середніх і малих, пізніше – на інших секторах економіки. Такі тенденції означають, що підвищення ставки податку на землю відразу зменшує зацікавленість у її придбанні власниками середніх та великих фермерських господарств. Учасники економіки з меншими обсягами земельної власності – одноосібні власники паїв пізніше реагують на збільшення ставки податку k_1 . Спад попиту на землю призводить до зменшення її ціни. Це приведе до зменшення доходів (і заощаджень) власників підприємств ринкового сервісу. Спад ціни на землю призведе до скорочення витрат на її придбання. Це еквівалентно зменшенню виробничих

витрат, що зумовлює зменшення ціни агрегованого продукту. Такі тенденції проявляються під час незначного збільшення ставки податку на землю. Якщо ця ставка збільшена суттєво, то відбувається зменшення продуктивності у всіх групах аграрних виробників. Це призводить до підвищення ціни аграрного продукту й зменшення ціни сільгосптехніки та ціни промислового продукту через відповідні збільшення витрат споживання аграрного продукту і зменшення витрат на придбання технічних продуктів. Гальмує інтенсивність процесів, пов'язаних з ринковим сервісом та ціноутворенням. Суттєвий та довготривалий вплив високих податків на землю призводить до погіршення економічного стану підприємств всіх досліджуваних секторів економіки.

Зміна ставки податку на додану вартість зміщує в часі настання економічних подій. Здебільшого напрям цього зміщення залежить від того, чи фінансова спроможність платника податку більша, або менша за споживання на рівні прожиткового мінімуму.

Збільшення цієї ставки податку приводить до того, що економічні події в аграрному секторі відбуваються в більш ранні моменти часу, а інтенсивність їхнього виявлення меншає або більшає, якщо вони пов'язані відповідно зі зростанням або спаданням заощаджень учасників економіки. Це, зокрема, впливає з графіків на рис. 4.1.4. Збільшення k_2 призведе до того, що обсяги земельної власності одноосібних господарств v_2 починають стрімко зростати і досягають максимуму у більш ранні моменти часу, але абсциса цього максимуму знижується. Одночасно обсяги землі власників фермерських господарств зменшуються (рис. додаток), тобто регулювання податку на додану вартість зміщує в часі настання таких економічних подій, як виникнення (і зникнення) попиту на землю, аграрний і промисловий продукти на рівні середніх потреб. Зміна k_2 гальмує або прискорює настання таких подій.

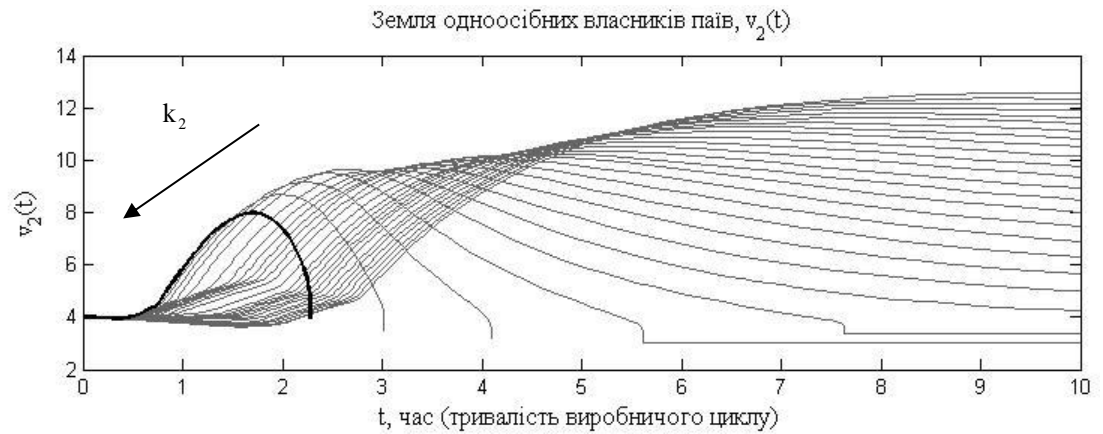


Рис. 4.1.4. Графіки залежності розв'язків $v_2(t)$ від ставки k_2 податку на додатну вартість

Встановлено, що зміна деяких параметрів досліджуваної економіки приводить до сильної або слабкої зміни фінансових процесів у ній. Ці процеси пов'язані з ціноутвореннями, тенденціями зміни земельної власності та фінансових ресурсів, що дає підстави розрізнити «сильні» і «слабкі» розщеплення ринку на відповідні сектори, які мають ідентичну динаміку розвитку. До такого розділення ринку, зокрема, призводить зміна витрат на придбання землі учасниками аграрного виробництва.

Наприклад, функціонування ринку землі в полі значень параметра μ_8 призведе до утворення двох окремих сегментів ринку, на яких відбувається синфазна (одночасна, синхронна) зміна ціноутворення. Один з таких сегментів охоплює ціну землі й аграрного продукту. Другий такий сегмент охоплює промислову продукцію та сільгосптехніку. Параметр μ_8 суттєво позначається на цінах. Формально це означає, що зміна параметра μ_8 призведе до «сильного» розділення ринку на два сектори – землі й аграрної продукції та промислової продукції й сільгосптехніки. Ці сектори відрізняються динамікою ціноутворення. Встановлено, що для регулювання ринку землі важливо обмежити як обсяги її купівлі, так і обсяги витрат на її придбання. Висока активність учасників аграрного виробництва на ринку

землі приводить до перетворення досліджуваної економіки в господарство аграрного типу.

Впровадження ринку землі ускладнить ціноутворення в секторах аграрного і промислового продуктів, землі й сільгосптехніки. Зокрема, зміна виробничих планів аграрних виробників (змодельована тут зміною відповідних параметрів моделі) приводить до певної синхронності ринків аграрного продукту і землі, ринків промислового продукту і сільгосптехніки. В процесі даного ціноутворення зміна ціни землі випереджає зміну ціни аграрного продукту. На ринку землі можливе виникнення секторів, коли учасники аграрного виробництва з низькою фінансовою спроможністю (пенсіонери-власники паїв й одноосібні власники господарств) купують лише одні в одних. Так само можливе виникнення сектору ринку землі, де власники фермерських господарств купують землю одні в одних.

Земельна власність виробників з найнижчою фінансовою спроможністю, які мають державні дотації, зростає (пенсіонери-власники паїв, які отримують пенсію як особливу форму «дотацій»). Земельна власність решти груп учасників аграрного виробництва – спадає. Така зміна структури земельної власності означає, що держава має регуляторні засоби створення середнього класу аграрних виробників. Для цього достатньо дати дотації тим сучасним аграрним виробникам, яким бракує фінансової спроможності для виробничих потреб та для витрат на ринковий сервіс. За змодельованих умов виникає тенденція повного зникнення середніх фермерських господарств, а виробничі фонди оновлюють (купують сільгосптехніку) лише власники великих фермерських господарств і учасники аграрного виробництва, які отримують дотацію (в моделі – пенсіонери-власники паїв).

В економіці є дві тенденції залежності від активності власників середніх фермерських господарств. За «низької» їхньої активності ціна землі й пов'язана з ним ціна аграрного продукту зростають через підвищення попиту. За «високої» їхньої активності на ринку землі виникають ефекти,

зумовлені зниженням попиту на продукти інших секторів економіки. Це означає, що власники середніх й великих фермерських господарств поповнюють свої земельні ресурси, відкуповуючи їх у пенсіонерів-власників паїв та власників одноосібних господарств. Тимчасове «підвищення активності» власників середніх фермерських господарств через певний час зумовлює сприятливі умови для придбання землі власниками великих фермерських господарств. Це й приводить до виникнення нерегулярних коливань на ринках землі й аграрного продукту, коливань обсягів земельної власності. З позиції економіки це означає виникнення незапланованої солідаризації в економічній поведінці власників двох груп фермерських господарств. Мимоволі активність одних покращує умови діяльності інших.

Описані закономірності зміни $\mu_i (i = \overline{8,11})$ показують, що активність учасників аграрного виробництва на ринку землі позначається на всіх секторах економіки. Вона приводить до структурування ринків за динамікою ціноутворення на них, до зміни динаміки заощаджень учасників різних груп учасників економіки та перерозподілу земельної власності. Підвищення активності на ринку землі членів однієї з економічних груп знижує їхню фінансову спроможність щодо забезпечення виробництва, що конкурентно покращує умови власників підприємств з інших груп. Так виникають малі коливання кількості землі та заощаджень у всіх досліджуваних групах. Ці коливання проявляються «слабким» структуруванням ринків. Якщо ринкову активність змінюють учасники економіки з великою фінансовою спроможністю, тоді описані вище коливання землі й заощаджень додатково супроводжує повільна тенденція зміни обсягів землі та заощаджень. Це проявляється «сильним» структуруванням ринків за типом ціноутворення та «сильним» розділенням економічних груп за типом коливання їхніх заощаджень.

Варіація параметрів $\mu_i (i = \overline{8,11})$ приводить до малих коливань динамічних змінних моделі та виникнення у них тренду. Це зумовлює

«слабке» та «сильне» структурування ринків за типом ціноутворення та динаміки заощаджень в усіх економічних групах. Зміна активності учасників ринку землі суттєво не позначається на її перерозподілі між учасниками аграрного виробництва. Лише за надзвичайно високої активності окремих груп, зокрема – тих груп, котрі отримують державні дотації, можливе зникнення інших економічних груп власників землі – передусім власників одноосібних господарств та середніх фермерських господарств. Активність на ринку землі надає економіці тенденції перетворення на економіку аграрного типу.

Виробничі витрати учасників аграрного виробництва, які пов'язані з ефективністю управління, проявляються як фактор, котрий змінює конкурентні умови учасників економіки. Важливо досягнути високої ефективності управління в секторах малих та середніх аграрних підприємств. Описані в моделі «групи учасників економіки» в дійсності є суб'єктами господарювання, котрі мають спільні та окремі економічні інтереси. Досягаючи їх, вони об'єктивно конкурують і солідаризуються з іншими учасниками економіки. За таких умов їхня діяльність має бути так регульована державою, щоб не допустити соціальних дисбалансів.

Описані закономірності показують, що виробничі витрати розділяють ринок на сектори з ідентичною динамікою фінансових процесів. Варіація показників виробничих витрат розкриває внутрішні структурні зв'язки між учасниками економіки, які формально не є спостережувані через спільність ринку, на якому відбувається збут товарів. Збільшення виробничих витрат членів однієї економічної групи призводить до погіршення їхнього фінансового стану і зумовлює коливання фінансових показників інших учасників економіки, які, власне кажучи, структурують ринкові процеси. Це означає, що параметри $\lambda_i (i = 6, 7, 9, 10, 11)$ описують середовище, в якому функціонують економічні процеси. Це середовище характеризується більш чи менш різким зниженням продуктивності виробництва внаслідок витрат, які зумовлені фізичною природою виробничих процесів та особливостями

організаційного управління, в якому виникають помилки і бувають допущені хибні рішення. Описані вище закономірності приводять до такого висновку.

Плата власниками фермерських господарств пенсіонерам-власникам паїв за їхню оренду не лише покращує стан перших, її легко застосувати як регуляторний засіб для обмеження монополізації землі. Втім, можливе підвищення мобільності ринку землі (зокрема – через інформатизацію) – прискорює тенденції її монополізації. Але без інформатизації ринку сільгосптехніки в досліджуваній економіці виникає тенденція до утворення непропорційно завищеної ціни сільгосптехніки через специфічний ефект – «помилкове уявлення» про пропозицію сільгосптехніки.

Зміна зарплати, а також – початкової величини заощаджень учасників економіки зі сталими доходами в довготривалій перспективі не позначається на динаміці фінансових процесів в ній, хоча від неї сильно залежать короткотривалі перехідні процеси. Зміна часток витрат на особисте споживання аграрного і промислового продуктів приводить до зміни їхніх цін і зумовлює конкурентне погіршення або покращення ринкового стану виробників цих продуктів, що в свою чергу суттєво позначається на фінансовій розрізненості учасників аграрного виробництва.

Обчислювальний експеримент стосовно впливу інерційності на ринку землі, змодельованого коефіцієнтами $\theta_i^v, \theta_a, \eta_v^1, \eta_v^2$, показує, що за вищої інерційності ринку землі зростає земельна власність учасників аграрного виробництва з низькою фінансовою спроможністю. Це означає, що висока мобільність ринку землі призведе до перерозподілу земельної власності на користь власників аграрних господарств з високою фінансовою спроможністю.

З'ясовано, що інерційність утворення ціни аграрного продукту обернено впливає на ціну землі лише під час виникнення попиту на споживання аграрного продукту на рівні середніх потреб. За меншого споживання та в довготривалій перспективі цей вплив відповідно не проявляється та монотонно зникає з часом, тобто зв'язок між

ціноутвореннями на ринках землі й аграрного продукту сильнішає під час виникнення попиту на аграрний продукт в обсягах середніх потреб.

Введення ринку землі не виправляє існуючих диспропорцій в економіці, не змінює триваючих процесів поглиблення соціальної розрізненості суспільства, але в досліджуваній економіці є ряд об'єктивних закономірностей, на основі яких можуть бути вироблені регуляторні засоби, спрямовані на те, щоб вирівняти ці диспропорції та досягнути бажаних тенденцій розвитку ринку землі.

У ході виконання обчислювальних експериментів виявлено також характерну «синфазну» і «протифазну» зміну середніх значень динамічних змінних або розв'язків моделі від зміни деяких параметрів. За такою зміною виявлено структурування ринку внаслідок варіації окремого його параметра, де структурування проявляється в синфазній або протифазній зміні окремих динамічних змінних, що описують досліджувану економіку. Дане структурування ринку є характерним для аграрного продукту і землі, промислового продукту і сільгосптехніки, землі фермерських господарств та одноосібних власників землі.

Проведений аналіз результатів обчислювальних експериментів з моделлю доводить її адекватність шляхом співставлення динаміки реальних і модельних значень показників моделі для минулих проміжків часу, що, у свою чергу, свідчить про можливість застосування розробленої моделі для прогнозування можливих економічних процесів.

Аналіз моделі економічних явищ, що настануть після дозволу продавати землю, показує, що для економічного розвитку аграрного виробництва необхідно поєднати стимулювання малих й середніх виробництв з одночасними запобіжними заходами та регуляторними впливами, які мають запобігти виникненню «великих нерівноважних земельних господарств».

Для покращення стану названих груп аграрних виробників необхідно поєднати традиційні методи стимулювання сільгоспвиробництва з особливими регуляторними заходами, прив'язаними до розподілу кількості

власників, що існує, за величиною земельних володінь, а також до наявних тенденцій переходу економіки з низькопродуктивного у високопродуктивний стан.

Перед державою стоїть задача відновити структуру сільського господарства. Якісний аналіз моделі економіки з урахуванням продажу землі показує, що розв'язання цієї задачі можливе, більшість засобів, необхідних для цього, відомі. Відомі також численні історичні приклади й досвід сучасного життя інших країн, які ілюструють успішність розв'язання цієї задачі. Окремі методи, придатні для розв'язання такої задачі, впливають на аналіз побудованої моделі.

Відкритим залишається питання щодо суб'єктивної волі, потрібної для втілення отриманих висновків щодо можливості економічного, соціального й демографічно-культурного відновлення села.

4.2. Моделювання економіки з урахуванням тіньового сектора

4.2.1. Модель взаємодії тіньового та легального секторів економіки

Одним із наслідків ринкової трансформації української економіки є значні масштаби та різноманітні форми прояву тіньової економіки, що суттєво впливає на економічну динаміку. Тіньова економіка відвертає значну масу ресурсів з легального сектора, посилює криміналізацію суспільства, призводить до перерозподілу валового внутрішнього продукту (ВВП) на користь окремих груп населення та відтоку капіталу за кордон. У той же час тіньова економіка дозволяє отримати доходи певній частині населення, яка залишилась за межами легального сектора.

Реформування економіки України без належного наукового обґрунтування призвело до механічного копіювання та реалізації монетаристської моделі регулювання економічних процесів. Українська економіка у відповідь на застосований державою комплекс фіскальних та монетарних заходів демонструє специфічні реакції, відмінні від реакцій

розвиненої ринкової економіки. Не виправдовуються надії на легалізацію тіньової економічної діяльності, відбувається лише зміна її структури, форм та методів.

Реалізація закордонних «рецептів» реформування економіки без урахування національної специфіки (відсутність досвіду інституційного оформлення та правового забезпечення ринкового господарювання, обвальний розрив економічних зв'язків з руйнуванням СРСР, наслідки системної кризи народного господарства СРСР, успадковані структурні деформації, технологічна криза, застаріла технологічна база, витратність економіки, складна екологічна ситуація) призвела до появи нових форм та методів тіньової економічної діяльності.

Імперативом економічного розвитку в Україні є досягнення сталого економічного зростання за рахунок максимального зменшення тіньової складової до мінімально можливої величини та ефективного використання її інвестиційного потенціалу. Саме це зумовлює необхідність розробки політики детінізації економіки, яка б враховувала особливості функціонування тіньового сектору, його масштаби, структуру та дуалістичний вплив різних складових на легальний сектор. У зв'язку з цим виникає потреба поглибленого дослідження тіньової економіки та її впливу на економічну динаміку. Щоб розв'язати поставлену проблему, необхідно розглянути всі можливі варіанти співіснування двох видів економік (легальної та тіньової) і максимально точно оцінити обсяг останньої.

Наукове дослідження всіх цих явищ надзвичайно актуальне, оскільки дозволяє пояснити їхні причини й наслідки, сформулювати обґрунтовані наукові рекомендації й в остаточному підсумку розробити адекватний алгоритм прийняття рішень.

Розглянемо деякі з можливих моделей взаємодії легальної й тіньової економік в умовах трансформації з урахуванням економічної структури суспільства, що розвиває й розширює результати моделювання макроекономічної динаміки. Реалізація моделей передбачає побудову у просторі

показників економічної структури суспільства у випадку функціонування тіньового сектора [18,19,26,55].

У найпростішому випадку розглядається агрегована економіка, яка виробляє єдиний агрегований суспільний продукт, до якого має безпосередній стосунок та суспільна група людей, яка володіє засобами виробництва й організовує його, та суспільна група людей, яка виробляє агрегований продукт. Інакше кажучи, розглядаються суспільні групи власників капіталу та робітників [48].

Вважатимемо як і раніше, що суспільство складається з N громадян, які мали або мають відношення до функціонування економіки і поділяються на групи: непрацюючі пенсіонери (їх кількість – n_0N), пенсіонери, що працюють у реальному секторі (n_3N), пенсіонери, що працюють у бюджетних організаціях (n_4N), працівники реального сектора (n_1N), працівники бюджетних організацій (службовці) (n_2N), власники підприємств або підприємці (n_5N), еліта (великі чиновники й керівники) (n_6N), де величини є ваговими коефіцієнтами відповідної соціальної групи $\left(\sum_{i=0}^6 n_i = 1\right)$.

Тінізація економіки означає, що як власники, так і робітники одночасно можуть бути задіяні як у легальному, так і в тіньовому секторі економіки. Зробимо деякі уточнення відносно реального сектора економіки. Будемо вважати, що всі засоби виробництва є приватною власністю. Власники організують виробництво й розподіляють його результати, у цей сектор включені також юридичні особи або власники торговельних фірм.

Припустимо, що члени кожної групи мають рівні заощадження u_i , $i = \overline{0,6}$. Природно, ці заощадження істотно залежать від попиту та пропозиції товару на ринку, оподаткування, активності тіньової економіки, хабарництва тощо. Усі змінні u_i , $i = \overline{0,6}$, є динамічними змінними, тобто залежать від часу t . Грошовим заощадженням u_i відповідає купівельна

спроможність $r_i = u_i / p$ агрегованого сукупного продукту, де p – ціна одиниці цього ж продукту, що визнаний як легальною, так і тіньовою економікою й спільно виставляється на ринок як легально виготовлений товар (без можливого здешевлення, пов'язаного з «відходом у тінь»). Представники перших п'яти соціальних груп одержують законну легальну пенсію й зарплату (можна вважати, що на досліджуваному проміжку часу вони постійні). Нехай s_0 – пенсія, а s_1 й s_2 – відповідні зарплати в реальному секторі й бюджетних організаціях (у натуральних одиницях агрегованого продукту). Доходи власників (підприємців) вимірюються прибутком від продажу виготовленого продукту. Кількість виготовленого продукту можна змоделювати за допомогою виробничої функції (ВФ). При цьому залежно від факторів, що впливають на виробництво, використовують той або інший клас ВФ.

Попит окремого покупця на виготовлений продукт у загальному випадку описується функцією попиту (ФП), що залежить від заощаджень покупця й ціни товару. Передбачається, що при пропорційній зміні ціни й заощаджень попит не зміниться, тобто ФП є однорідною нульового ступеня (або функцією нульового рангу), тому нижче вважається, що попит є функцією купівельної спроможності. Зазначимо, що функція попиту може бути побудована неоднозначно та належати різним класам функцій, що пов'язано не тільки зі змістом тієї чи іншої задачі, але й із вибраною концепцією її побудови. Для задач, сформульованих у цій роботі, можна вибрати, наприклад, уже апробовану на практиці [48] функцію попиту. Пропозиція випуску агрегованого продукту залежить від капіталозабезпечення робочого місця (одиниці робочої сили) або від виробничої потужності в розрахунку на одне робоче місце. Специфікація такої функції може бути вибрана також у різних варіантах, однак у кожному випадку ця функція повинна відображати принципові закономірності виробництва.

Зробимо ще одне важливе припущення, що стосується взаємодії легальної й тіньової економік. Нехай α_i ($0 < \alpha_i \leq 1$) – частина заощаджень представника i -ї групи ($i = \overline{0,4}$), які він використовує на придбання легального товару, а $(1 - \alpha_i)$ – частина заощаджень, що використовується на нелегальні операції (на хабарі). Позначимо через $Q_i\left(\alpha_i \frac{u_i}{p}\right)$ – ФП на легальний товар або послугу, а через $Q_i^*\left((1 - \alpha_i) \frac{u_i}{p}\right)$ – ФП на заборонений товар або послугу (на хабарі), причому $Q_i(0) = Q_i^*(0) = 0$. Відзначимо, що ціна одиниці агрегованого товару або послуги скрізь вважається однаковою. Підприємці виділяють заощадження $\alpha_5 u_5$ ($0 < \alpha_5 \ll 1$) на особисте споживання, а іншу частину, тобто $(1 - \alpha_5) u_5$ – на функціонування економіки. Частина коштів $(\beta_1 (1 - \alpha_5) u_5, 0 < \beta_1 \leq 1)$ спрямовується у легальне виробництво, решта у тіньове виробництво $(\beta_2 (1 - \alpha_5) u_5, 0 \leq \beta_2 < 1)$ й на хабарі чиновникам $((1 - \beta_1 - \beta_2)(1 - \alpha_5) u_5, 0 < \beta_1 + \beta_2 \leq 1)$. Відповідні випуски продукції та попит на хабарі для кожного підприємця формалізуються виробничими функціями (ВФ) випуску $F\left(\beta_1 (1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p}\right)$, $F^*\left(\beta_2 (1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p}\right)$ та функцією попиту $Q_5^*\left((1 - \beta_1 - \beta_2)(1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p}\right)$. Крім того, логічно припустити, що хабарі можуть брати тільки працівники бюджетних організацій (дрібні чиновники й керівники) та еліта (великі чиновники й керівники). При цьому розміри доходів, отриманих незаконним шляхом, у кожній зі згаданих вище груп істотно різні, що властиво буде уточнено нижче.

Перейдемо до побудови моделі. Запишемо диференціальні рівняння, що моделюють зміну заощаджень й ціни товару. Швидкість зміни

заощаджень непрацюючих пенсіонерів пропорційна різниці між їх доходами й витратами на споживання й можливі хабарі, тобто

$$\frac{du_0}{dt} = p \left(s_0 - Q_0 \left(\frac{\alpha_0 u_0}{p} \right) - Q_0^* \left(\frac{(1-\alpha_0) u_0}{p} \right) \right). \quad (4.2.1)$$

Наступна соціальна група (працівники реального сектора) має легальний дохід (зарплату s_1) і тіньовий дохід (зарплату s_1^*). Витрати цих працівників складаються із податку $k_0 s_1$ (k_0 – ставка прибуткового податку в легальній економіці), «тіньового податку» $k_0^* s_1^*$ (k_0^* – ставка «тіньового податку», тобто частина доходу, що використовується на тіньові, наприклад кримінальні структури), а також витрат на споживання і ймовірні хабарі. Тобто, зміна заощаджень робітників реальної економіки моделюється диференціальним рівнянням:

$$\frac{du_1}{dt} = p \left[s_1 (1 - k_0) - Q_1 \left(\frac{\alpha_1 u_1}{p} \right) + s_1^* (1 - k_0^*) - Q_1^* \left(\frac{(1 - \alpha_1) u_1}{p} \right) \right]. \quad (4.2.2)$$

Дохід службовців складає платня s_2 , зменшена на податок $k_0 s_2$, а також менша частка γ_1 ($0 \leq \gamma_1 < 1$) загальної суми хабарів (левава їх частка $(1 - \gamma_1)$ припадає вищим службовцям). Їх видатки складені зі споживання товару та внесення хабарів. Отже, динаміка їхнього доходу залежить від оподаткованої зарплати, незаконно привласненої (украденої) частини державної власності, отриманих незаконних доходів або хабарів (вважається, що службовець не працює в тіньовому секторі) і витрат на споживання й можливі хабарі, тобто рівняння динаміки заощаджень службовців має вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{du_2}{dt} = p \left\{ s_2 (1 - k_0) + \gamma_1 \frac{1}{(n_2 + n_4 + n_6) N} \times \right. \\ \left. \times \left[\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq 5}}^6 N n_i Q_i^* \left(\frac{(1 - \alpha_i) u_i}{p} \right) + N n_5 Q_5^* \left((1 - \beta_1 - \beta_2) (1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) + \bar{Q}^* \right] - \right. \\ \left. - Q_2 \left(\frac{\alpha_2 u_2}{p} \right) - Q_2^* \left(\frac{(1 - \alpha_2) u_2}{p} \right) \right\}, \quad (4.2.3) \end{aligned}$$

де \bar{Q}^* – величина незаконно привласнених всіма вищевказаними групами державних засобів.

Працюючі в реальному секторі пенсіонери одержують пенсію, оподатковувану податком легальну зарплату й зменшений на «тіньовий податок» додатковий заробіток. Усе це разом становить їхній сумарний дохід, витратна частина якого використовується на споживання і ймовірні хабарі. Зміни заощаджень такого пенсіонера можна описати рівнянням:

$$\frac{du_3}{dt} = p \left[s_0 + s_1(1 - k_0) + s_1^*(1 - k_0^*) - Q_3 \left(\frac{\alpha_3 u_3}{p} \right) - Q_3^* \left(\frac{(1 - \alpha_3) u_3}{p} \right) \right]. \quad (4.2.4)$$

Дохідна частина балансу пенсіонерів-службовців збільшена на величину пенсії у порівнянні з службовцями непенсійного віку. Пенсіонери, які працюють у бюджетних організаціях дохідну частину своїх заощаджень формують із неоподаткованої податком пенсії, оподаткованої податком зарплати, можливого питомого хабара й незаконно привласненої частини державних засобів. Витрати складаються зі споживання й витрат на можливі хабарі. Динаміка їх заощаджень формалізується так:

$$\begin{aligned} \frac{du_4}{dt} = p \left\{ s_0 + s_2(1 - k_0) + \gamma_1 \frac{1}{(n_2 + n_4 + n_6)N} \times \right. \\ \times \left[\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq 5}}^6 N n_i Q_i^* \left(\frac{(1 - \alpha_i) u_i}{p} \right) + N n_5 Q_5^* \left((1 - \beta_1 - \beta_2)(1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) + \bar{Q}^* \right] - \\ \left. - Q_4 \left(\frac{\alpha_4 u_4}{p} \right) - Q_4^* \left(\frac{(1 - \alpha_4) u_4}{p} \right) \right\}. \quad (4.2.5) \end{aligned}$$

Доходи підприємців (власників) залежать від обсягів продажів виготовленого продукту й відповідних витрат. Цей обсяг складається із продукції, реалізованої на ринку споживачам всіх соціальних груп і продукції державного замовлення \bar{Q} (можна вважати, що в досліджуваному проміжку часу ця величина постійна). Як було відзначено раніше, частину своїх доходів власник

використає на особисті потреби (α_5 – частка цих доходів). Цю частину не будемо враховувати в рівнянні динаміки заощаджень.

Перша частина витрат легального сектора включає витрати на зарплату працівників другої і четвертої соціальних груп (вона пропорційна обсягу виготовленого продукту з коефіцієнтом μ) і податку на фонд зарплати (k_1 – ставка цього податку), а інша частина витрат – це виробничі витрати (λ – частка цих витрат) і податок на додану вартість (k_2 – ставка податку). Аналогічна ситуація з тіньовою економікою, де перша частина витрат – це зарплата другої й четвертої груп (вона пропорційна обсягу виготовленого в «тіні» продукту з коефіцієнтом μ^*) і «тіньовий податок» на «тіньовий фонд» зарплати (k_1^* – ставка цього «податку»), а до другої частини витрат віносяться тіньові виробничі витрати (λ^* – частка цих витрат) і «тіньовий податок» на додану вартість (k_2^* – ставка цього "податку"). Окремо виділимо третю частину витрат на хабарі чиновникам. Отже, видатки підприємців охоплюють тіньову й легальну зарплату, збільшену на величину податку k_1 й «тіньового податку» k_1^* , і котра пропорційна обсягу виробництва з коефіцієнтами пропорційності μ, μ^* відповідно для легальних й тіньових виробництв. А також, – витрати на організацію легального й тіньового виробництва, збільшені відповідно на податок з прибутку k_2 і його тіньовий відповідник k_2^* й накладні витрати λ та λ^* . Крім того, підприємці сплачують хабарі службовцям. З урахуванням вищесказаного зміну заощаджень підприємців можна описати рівнянням:

$$\frac{du_5}{dt} = p \left\{ \frac{1}{n_5 N} \left[\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq 5}}^6 N n_i Q_i \left(\frac{\alpha_i u_i}{p} \right) + \bar{Q} \right] - [\mu(1+k_1) + \lambda + k_2] F \left(\beta_1 (1-\alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) - \right. \\ \left. - [\mu^*(1+k_1^*) + \lambda^* + k_2^*] F^* \left(\beta_2 (1-\alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) - Q_5^* \left((1-\beta_1 - \beta_2) (1-\alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) \right\}. \quad (4.2.6)$$

Заощадження еліти (великих чиновників і державних діячів) u_6 знаходимо з умови $N \sum_{i=0}^6 n_i u_i = d$ сталості загальної кількості грошей d у суспільстві.

Ціна одиниці агрегованого продукту може вважатися постійною на досліджуваному проміжку часу, але може також бути змодельована за допомогою диференціального рівняння, що відображає її залежність від балансу попиту та пропозиції товару на ринку:

$$\frac{dp}{dt} = \gamma_2 \left\{ \sum_{i=0}^6 N n_i Q_i \left(\frac{\alpha_i u_i}{p} \right) + \bar{Q} - N n_5 F \left(\beta_1 (1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) - N n_5 F^* \left(\beta_2 (1 - \alpha_5) \frac{u_5}{p} \right) \right\} \quad (4.2.7)$$

де γ_2 – коефіцієнт пропорційності, що описує інерційність ринку.

Далі встановимо рівняння, що описують зміну тіншової й легальної частин економіки. Зміна частки тіншової економіки під впливом ризику відбувається з гістерезисом, коли тінзація починається при меншому ризику, ніж детінзація. За допомогою обчислювальних експериментів встановлено, що така гістерезисна залежність частки тіншової економіки від ризику має середній рівноважний стан, котрий відповідає балансу ризику, доходів й витрат на організацію виробництва, податки, хабарі й зарплату в легальному й тіншовому виробництві. Зміну частки тіншового сектора від величини ризику ілюструє рис. 4.2.1. Вважатимемо, що розподіл виробничих витрат на тіншову й легальну складові дорівнює частці нелегальної економіки у загальному виробництві (точніше таку залежність задає функція економічної поведінки, яку не розглядатимемо)

$$\beta = \frac{F^*(\beta u_5 / p)}{F((1 - \beta)u_5 / p) + F^*(\beta u_5 / p)}. \quad (4.2.8)$$

Зауважимо, що для узгодження (4.2.8) з попередніми викладеннями можна вважати, що $\sigma_5 = (\beta_1 + \beta_2)(1 - \alpha_5)$. Рівновага легальної й тіншової частини економіки відповідає деякому значенню $\tilde{\beta}$ розподілу капіталовкладень у тіншове

й легальне виробництво. Швидкість зміщення рівноважного значення частки тіньової економіки $\tilde{\beta}$ пропорційна різниці між дохідністю капіталовкладень у тіньове та легальне виробництво, тобто

$$\frac{d\tilde{\beta}}{dt} = \frac{\gamma_{\beta} p}{\sigma_5 u_5} \left\{ \frac{F^*(\sigma_5 \beta u_5 / p)}{\beta} - \frac{F(\sigma_5 (1-\beta) u_5 / p)}{1-\beta} \right\}, \quad (4.2.9)$$

де γ_{β} – коефіцієнт пропорційності.

Швидкість зміни частки тіньової економіки β пропорційна двом співвідношенням, які задають логістичний спад (при збільшенні ризику $\bar{r}(t)$) β від $\beta(t_1^0)$ до $\tilde{\beta}$ і далі – спад від $\tilde{\beta}$ або $\beta(t_2^0)$ до β_{\min} , де t_1^0, t_2^0 – початкові моменти часу, які відповідають станам відповідно при $\beta > \tilde{\beta}$ та $\beta \leq \tilde{\beta}$, під час зниження ризику; β_{\min} – деяка мінімальна частка тіньової економіки, яка не залежить від регулюючих впливів. Ці ж співвідношення задають ріст (при зменшенні $\bar{r}(t)$ від $\beta(t_2^0)$ до $\tilde{\beta}$ та далі – ріст від $\tilde{\beta}$ або $\beta(t_1^0)$ до одиниці, що відповідає повній тінізації економіки. Справді, імітуючи гістерезис логістичною кривою, і замінивши $\frac{d\beta}{d\bar{r}} = \frac{d\beta}{dt} \frac{dt}{d\bar{r}}$,

отримуємо:

$$\frac{d\beta}{dt} = \begin{cases} -b_1 (\beta(t_1^0) - \beta) (\beta - \tilde{\beta}) \bar{r}'(t); & \begin{cases} \bar{r}'(t) > 0; \beta > \tilde{\beta} + \varepsilon_{\beta}; \\ \bar{r}'(t) < 0; \beta < \tilde{\beta} - \varepsilon_{\beta}; \end{cases} \\ -b_2 (\tilde{\beta} - \beta) (\beta - \beta(t_2^0)) \bar{r}'(t); & \begin{cases} \bar{r}'(t) > 0; \beta > \tilde{\beta} - \varepsilon_{\beta}; \\ \bar{r}'(t) < 0; \beta < \tilde{\beta} + \varepsilon_{\beta}; \end{cases} \end{cases} \quad (4.2.10)$$

де t_1^0, t_2^0 – моменти останньої зміни знаку похідної від $\bar{r}(t)$ відповідно при $\beta > \tilde{\beta}$ і $\beta(t) < \tilde{\beta}$; $b_1, b_2, \varepsilon_{\beta}$ – коефіцієнти інерційності.

У початковий момент часу t_0 прийmemo $\beta(t_1^0) = 1$ і $\beta(t_2^0) = \beta(t_0)$, якщо $\beta(t_0) < \tilde{\beta}$; і $\beta(t_2^0) = \beta_{\min}$ і $\beta(t_1^0) = \beta(t_0)$, якщо $\beta(t_0) \geq \tilde{\beta}$.

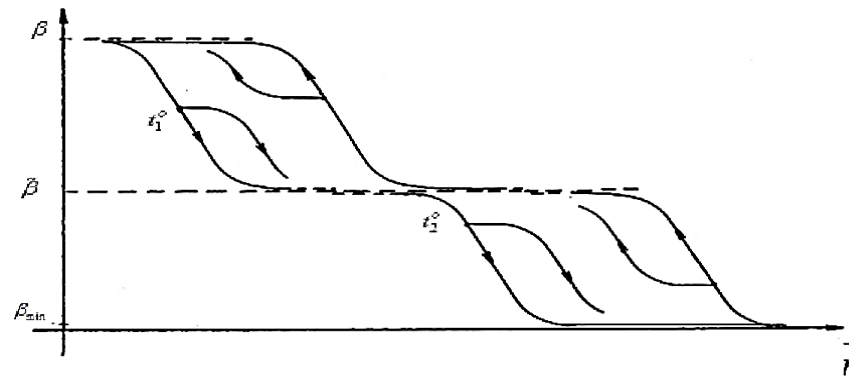


Рис. 4.2.1. Ілюстрація до залежності частки тіньової економіки β від ризику \bar{r}

Рівняння (4.2.1)-(4.2.7), (4.2.9), (4.2.10) з початковими умовами $u_i(t_0)$, $i = \overline{0,5}$; $p(t_0)$, $\tilde{\beta}(t_0)$, $\beta(t_0)$ задають модель економіки з урахуванням державного впливу $\bar{r}(t)$ на взаємодію її легальної й тіньової складових.

Для розв'язування системи диференціальних рівнянь (4.2.1)-(4.2.7), (4.2.9), (4.2.10) необхідно задати початкові умови в момент t_0 , тобто вважати відомими значення $u_0(t_0)$, $u_1(t_0)$, $u_2(t_0)$, $u_3(t_0)$, $u_4(t_0)$, $u_5(t_0)$, $p(t_0)$, а також встановити функції F , F^* , Q_i , Q_i^* ($i = \overline{0,6}$), $\bar{r}(t)$ і значення параметрів N , n_i ($i = \overline{0,6}$), s_0 , s_1 , s_2 , α_i ($i = \overline{0,6}$), s_1^* , k , k^* , β_1 , β_2 , γ_1 , γ_2 , \bar{Q}^* , \bar{Q} , k_1 , p_2 , k_1^* , k_2^* , μ , μ^* , λ , λ^* , d , σ_5 , ε_β , b_1 , b_2 , γ_β , γ_2 , d . Імітуючи з параметрами моделі, можна одержати цікаві якісні висновки й результати, тим більше, що деякі з цих параметрів справді є керуючими.

Якісний аналіз розв'язків спроектованої моделі розкриває закономірності регулюючого впливу на тіньову економіку, обчислювальні експерименти з моделлю дозволяють знайти шляхи звуження тіньової складової економіки [18,33].

З рівняння (4.2.10) видно, що при сталому ризику $\bar{r}(t)$ частка тіньової економіки не змінюється, і спадає лише при зростанні ризику. Отже, тінізація

економіки 1990-х рр. викликала знижену активність державного управління економікою. Якщо $\bar{r}(t)$ зростає, тоді права частина рівняння (4.2.10) від'ємна, тобто тіньова частка економіки зменшується, перший доданок справав (4.2.9) прямує до одиниці, другий залишається пропорційним капіталу u_5 , отже поріг рівноваги $\tilde{\beta}$ між тіньовою й легальною економікою знижується, прямуючи до β_{\min} .

Якщо ризик $\bar{r}(t)$ коливається (це відповідає ситуації зміни «економічної політики» внаслідок заміщення владних партій), тоді величина $\beta(t)$ змінюється мало, отже й поріг тінізації β залишається незмінним. Тобто тимчасові заходи проти тіньової економіки є неприхованим засобом її збереження.

Держава має поборювати тіньову економіку, адже остання руйнує освіту, культуру, мораль, підриває правосвідомість. Як впливає з моделі, для цього необхідно, неперервно збільшуючи ризик $\bar{r}(t)$, знизити поріг рівноваги $\tilde{\beta}$ до малої величини β_{\min} , і далі не зменшувати $\bar{r}(t)$. Збільшення ризику $\bar{r}(t)$ потребує бюджетних коштів, а ефективність їх використання залежить від простоти засобів державного управління економікою, що спрощує контроль, приводить до економії коштів, посилює правопослушність громадян.

Легко зауважити, що розроблена модель відображає динамічну залежність двох складових економіки, одну з яких держава вважає законною і підтримує, іншу – незаконною, яку намагається знизити, збільшуючи $\bar{r}(t)$. Якщо державі належить $(1-\beta)$ частина виробництва (аналог легальної економіки), а β частина виробництва перебуває в приватній власності (аналог тіньової економіки), тоді рівняння моделі описують націоналізацію, тобто «перехідну економіку» 1920-х років у колишнім СРСР і ситуацію в Західній Україні в 1945-49 роках. У такій моделі функція ризику $\bar{r}(t)$

відображає власне тоталітарний тиск на індивідуальну економічну свободу. Навпаки, якщо величини β і $(1-\beta)$ відображають відповідно «планову державу» й «ринкову приватну» складові економіки, тоді модель відображає денаціоналізацію економіки, що розпочалася з розпадом Радянського Союзу.

Як випливає з (4.2.10), економіка з вищою капіталовіддачею витісняє економіку з меншою капіталовіддачею. Тому денаціоналізація, викликана кризою планового управління, мала супроводжуватися державним стриманням $\bar{r}(t)$, покликаним зупинити приватизацію на порозі $\tilde{\beta}$ між збанкрутілими й ефективними державними підприємствами. Тим часом корумпована приватизація охопила саме діючі підприємства, залишивши збанкрутілі на останок. Відсутність державного стримування $\bar{r}(t)$ при денаціоналізації економіки 1988-1990-х (яке призвело до витіснення держаної економіки приватною) збіглася з неспроможністю державного обмеження $\bar{r}(t)$ тіньової складової у приватній економіці (що призвело до швидкого її збільшення).

Тобто нинішню економіку, починаючи з 1990-х рр., описує два набори рівнянь (4.2.1)-(4.2.8), (4.2.9), (4.2.10). Один з них – взаємодію державної й приватної часток економіки, другий – взаємодію легальної й тіньової частин приватної економіки. В обох моделях гострі кризові явища викликані слабким стримуванням приватизації та тінізації $\bar{r}(t)$.

Оскільки зниження частки тіньової (небажаної) економіки описують два диференціальні рівняння, тому, щоб запобігти коливанням швидких перехідних процесів (на які держава не встигатиме реагувати, модифікуючи $\bar{r}(t)$), швидкість зростання ризику $\bar{r}(t)$ обмежена умовою аперіодичного зміщення величин $\tilde{\beta}(t)$, $\beta(t)$. Іншими словами, долаючи тіньову економіку, її потрібно не так знищувати, як вимушено переводити на «легальні рейки».

Якісний аналіз спроектованої моделі розкриває спільність економічних явищ, що відбувалися в ході націоналізації та приватизації господарства під час становлення й розпаду радянської планової економіки, а також – під час

виникнення тіньової економіки після розпаду Радянського Союзу. І показує, що для подолання існуючого рівня тінізації економіки необхідно збільшувати ризик відповідальності за економічні правопорушення з одночасним комплексним впливом на продуктивність легальних й тіньових виробництв. Та виховним впливом, покликаним виправити економічну поведінку громадян.

За допомогою запропонованих моделей проведемо ряд чисельних експериментів, спрямованих на якісний аналіз результатів взаємодії легальної і тіньової економік, а також державного впливу на рівень тінізації економіки. ВФ і ФП бралися такими, як у роботі [33]. При цьому ФП на незаконні послуги (хабарі) обов'язково враховували коефіцієнт ризику $\bar{r}_i (i = \overline{0,6})$, зі збільшення якого відповідний попит природно зменшувався.

Отриманні результати моделювання виникнення тіньової економіки в 1990-ті роки відображають реалії економічних явищ того часу. Зокрема, виявлено, що динаміка заощаджень у різних групах громадян сильно залежить від масштабів тіньової економіки. Наявність останньої збільшує майнові розбіжності як між підприємцями й громадянами з постійними доходами, так і серед різних груп людей найманої праці. Тільки на ранніх стадіях зростання тіньової економіки трохи покращувало рівень заощаджень найбільш вразливих категорій громадян, із чим, імовірно, історично пов'язана відома суспільна терпимість до порочного феномена, іменованого «тіньовою економікою». Але варто пам'ятати, що саме під час хвилинного «покращення добробуту найбільш вразливих» відбувалося саме стрімке збагачення тіньових підприємців.

Виникнення тіньової економіки гальмує зростання доходів робітників. Затримка цього росту відбиває характерне сповільнення економічного розвитку, а її тривалість прямо пов'язана із часткою тіньового обороту. Виникнення тіньового сектора перехідної економіки також сильно погіршує майновий стан висококваліфікованих фахівців, для яких немає зайнятості на тіньовому ринку праці. Це, до речі, спростовує міф про «найбільшу корумпованість медицини», що лежить далеко на периферії економічних інтересів. На жаль, слідом за зниженням доходів від розумової праці

наступає криза утворення, регрес культури. Експериментуючи з моделлю, жодного разу не вдалося знайти засобів керування економікою, коли добробут фахівців покращувався іншим шляхом, крім загального скорочення тіньового сектора. Іншими словами, тільки повна активація економіки, скорочення її тіньового сектора дозволяє сподіватися на поліпшення добробуту людей розумової праці.

Експерименти показують, що тінізація економіки супроводжується зростанням доходів службовців, зацікавлених в існуванні тіньового сектора, що приносить їм таке експонентне збільшення заощаджень, як у підприємців. Так, в експерименті спостерігається відома з минулих століть «рентабельність службової посади».

Виникнення тіньового сектора економіки сповільнює зростання доходів підприємців. У деякий момент часу підприємці замість «малих хабарів із громадян з постійними доходами», починають платити «більші хабарі бізнесменів», що сповільнює ріст їхніх заощаджень. Утім, далі заощадження підприємців збільшуються, що «погодиться» як з дійсністю, так і з поведінковими імперативами, що породжують цю дійсність. Все-таки, уповільнення росту заощаджень робітників і підприємців показує, що тіньова економіка не вигідна суспільству.

Моделювання економіки 1990-х років показує ріст тіньового сектора, що нагадує криву логістичного насичення, що прагне до зростаючої лінійної асимптоти (рис. 4.2.2). Тобто, у перехідній економіці утворився тіньовий сектор за рахунок раніше існуючого легального сектора (звідси ріст тіньового сектора в умовах обмежених ресурсів), що далі, на жаль, збільшується як самодостатня тіньова економіка, не дивлячись на аморальність і злочинність цього явища.

У другій групі експериментів досліджувалися закономірності розширення й звуження тіньового сектора залежно від параметрів моделі, що відбивають можливе макроекономічне керування економікою. Зокрема, було встановлено ряд наступних закономірностей. При збільшенні й зменшенні

особистого споживання підприємців (на 2-3 порядки) якісні властивості розв'язків моделі не міняються. При великому збільшенні особистого споживання підприємців відсувається на пізніше поліпшення добробуту робітників. Тобто «психологія розкоші», що домінує на «пострадянському просторі», сильно погіршує матеріальний стан абсолютної більшості населення.

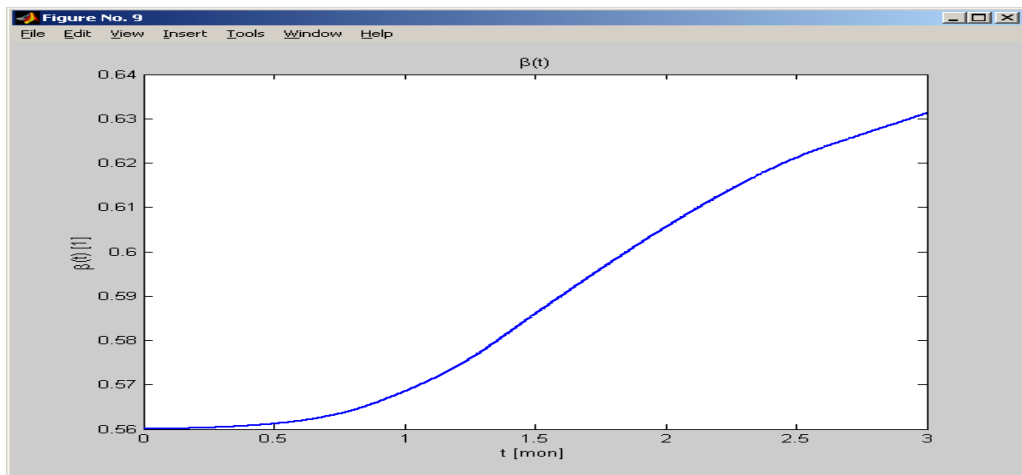


Рис. 4.2.2. Графік залежності співвідношення величини продуктів тіньової й легальної економік від часу

Хоча збільшення хабарів гальмує ріст тіньового сектора економіки, але не приводить до його зменшення. Іншими словами, кримінальний контроль і хабарництво впливають на рентабельність тіньової економіки, але не ведуть до її знищення. Збільшення легальної заробітної плати робітників також не викликає зменшення тіньового сектора. Збільшення зарплати службовців (без зміни ризику) не впливає на розмір тіньового сектора, викликаючи лише збільшення їхніх заощаджень (тобто програма «боротьби з тіньовою економікою шляхом підвищення зарплати службовцям» – ілюзія, що, втім, зникає, якщо до неї додати збільшення ризику).

Збільшення зарплати робітників тіньового сектора істотно сприяє легалізації економіки, сприяє вирівнюванню доходів інших груп громадян.

Отже, наявність тіньової економіки тимчасово погіршує й постійно занижує добробут робітників і за будь-яких умов вигідно підприємцям. Із цього

впливає, що наймані робітники погоджуються на тіньову працю через короткочасні інтереси, а підприємці організують її зі стратегічним розрахунком. З погляду економічної структури суспільства це призводить до глибокого розриву між економічно активними й пасивними громадянами.

У моделі без урахування ризику відповідальності (правової, економічної) не отримано жодного рішення, що приводить до зменшення тіньового сектора. Для дослідження можливих шляхів подолання тіньового сектора змодельована зміна частки вкладень у легальний і тіньовий сектори з міркувань ризику відповідальності за правопорушення. При цьому отримано три якісних результати. Малий ризик гальмує ріст тіньового сектора, деякий середній ризик приводить до стабілізації тіньового сектора на різних рівнях. І лише при більших ризиках рівень тіньового сектора зменшується (хоча розмір хабара при цьому росте). Ризик зімітовано за допомогою розподілу капіталовкладень у легальний і тіньовий сектори виробництва. Отже, у проведених експериментах тільки ризик конфіскації заощаджень підприємців і службовців, отриманих через тіньове виробництво, і ризик ліквідації їхнього легального джерела доходів впливали на звуження розмірів тіньової економіки. Крім цього, подоланню тіньової економіки сприяє зміна функцій економічної поведінки громадян, для чого необхідні відповідні переконання, агітація.

Експерименти з моделлю тіньової економіки розкривають ряд згубних наслідків її існування, які погіршують економічний стан суспільства, підривають основи моралі, утворення, культури. Економічний аналіз результатів моделювання показує, що подолання тіньової економіки можливо. Для цього необхідно впровадити комплекс заходів, що враховують загальні макроекономічні тенденції взаємодії тіньового й легального секторів економіки, ефективно використати важелі ризику в припиненні тіньових явищ і сприятливої легалізації тіньових виробництв, а також вести постійну пропаганду непатологічної економічного поведіння.

4.2.2. Державний вплив на взаємодію легальної та тіньової економік

Розглянемо процес взаємодії легального і нелегального секторів ринкової економіки [19]. У найпростішому випадку можна розглядати агреговану економіку, яка виробляє єдиний агрегований суспільний продукт, до якого має безпосередній стосунок та суспільна група людей, яка володіє засобами виробництва й організовує його, та суспільна група людей, яка своєю працею виробляє агрегований продукт. Інакше кажучи, розглянемо суспільні групи власників капіталу та реальних працівників (робітників). При цьому будемо вважати, що кількості робітників і власників відповідно дорівнюють n_1 та n_2 . Будемо вважати, що члени кожної групи мають рівні у межах своєї групи капітали (заощадження) відповідно u_1, u_2 , які звичайно залежать від попиту та пропозиції агрегованої продукції (товару) на ринку. Попит окремого покупця описується функцією попиту, що залежить від його фінансових можливостей, які, своєю чергою, визначаються його заощадженнями та ціною. Продуктивність технологій та попит на продукт в легальному і нелегальному секторах є різними.

Ціна товарів, виготовлених легально і нелегально, відповідно дорівнює p_L, p_T . Робітники отримують в натуральному вимірі легальну зарплату s_L , зменшену на податок κ_L^0 і нелегальну зарплату s_T («конвертну» зарплату), з якої платять податок κ_T^0 (економія на податках передбачає витрати на так званий дах, свого роду «хабарний фонд», якому систематично потрібно платити певну суму).

Робітники витрачають частки α_1^L і α_1^T своїх заощаджень на споживання продукту відповідно легального і нелегального секторів; $\alpha_1^L + \alpha_1^T = 1$. Власники підприємств витрачають частки α_2^L і α_2^T своїх заощаджень на споживання продукту відповідно легального і нелегального секторів, частки заощаджень β_2^L і β_2^T – на виробничі потреби відповідно в

легальному і нелегальному секторах економіки; $\alpha_2^L + \alpha_2^T + \beta_2^L + \beta_2^T = 1$. Вважатимемо, що співвідношення між споживчими й виробничими витратами власників підприємств є сталим

$$B = \beta_2^L + \beta_2^T; B = const; 0 < B < 1.$$

Кількість продукту, виробленого в легальному секторі описує виробнича функція $F_L(\beta_2^L u_2 / p_L)$, відповідно кількість продукту, виробленого в нелегальному секторі, описує виробнича функція $F_T(\beta_2^T u_2 / p_T)$. Виробничі витрати на одиницю продукції в легальному і нелегальному секторах дорівнюють відповідно λ_L, λ_T .

При побудові рівняння динаміки заощаджень власника потрібно також врахувати, що у легальному секторі власник сплачує податок на фонд заробітної плати κ_L^1 та додану вартість (ставка κ_L^2), а у тіньовому секторі припустимо, що податки аналогічні, хоча мають різне призначення.

Обсяги споживання продуктів легального і нелегального секторів описують відповідно функції споживання $Q_L(\alpha_1^L u_1 / p_L), Q_T(\alpha_1^T u_1 / p_T)$, залежні від купівельних спроможностей $\alpha_1^L u_1 / p_L, \alpha_1^T u_1 / p_T$. Структура споживчих витрат робітників залежить від пропозиції легального і нелегального товару. Можна вважати, що

$$\alpha_1^L = \frac{\Delta_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L)}{\Delta_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L) + \Delta_T F_T(\beta_2^T u_2 / p_T)};$$

$$\alpha_1^T = \frac{\Delta_T F_T(\beta_2^T u_2 / p_T)}{\Delta_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L) + \Delta_T F_T(\beta_2^T u_2 / p_T)},$$

де Δ_L, Δ_T – частки ринку праці двох секторів. Вважатимемо, що вони пропорційні до капіталозабезпечення:

$$\Delta_L = \frac{\beta_2^L u_2 / p_L}{\beta_2^L u_2 / p_L + \beta_2^T u_2 / p_T}; \Delta_T = \frac{\beta_2^T u_2 / p_T}{\beta_2^L u_2 / p_L + \beta_2^T u_2 / p_T}.$$

Встановимо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень робітників пропорційна різниці між їх доходом від легальної і нелегальної зарплати і видатками на споживання легального і нелегального товарів:

$$\frac{du_1}{dt} = p_L \left[s_L(1 - \kappa_0^L) - Q_L(\alpha_1^L u_1 / p_L) \right] + p_T \left[s_T(1 - \kappa_0^T) - Q_T(\alpha_1^T u_1 / p_T) \right]. \quad (4.2.11)$$

Швидкість зміни заощаджень підприємців пропорційна різниці між їхнім доходом від збуту легального і нелегального товарів і видатками на зарплату робітникам та виробничі потреби:

$$\begin{aligned} \frac{du_2}{dt} = & \frac{n_1}{n_2} \left[p_L Q_L(\alpha_1^L u_1 / p_L) + p_T Q_T(\alpha_1^T u_1 / p_T) \right] - \frac{n_1}{n_2} \left[p_L s_L(1 + \kappa_L^1) + p_T s_T(1 + \kappa_T^1) \right] - \\ & - \left[p_L (\lambda_L + \kappa_L^2) F_L(\beta_2^L u_2 / p_L) + p_T (\lambda_T + \kappa_T^2) F_T(\beta_2^T u_2 / p_T) \right]. \end{aligned} \quad (4.2.12)$$

Швидкість зміни ціни легального продукту пропорційна різниці між попитом і пропозицією у легальному секторі:

$$\frac{dp_L}{dt} = \theta_L \left[n_1 Q_L(\alpha_1^L u_1 / p_L) - n_2 F_L(\beta_2^L u_2 / p_L) \right], \quad (4.2.13)$$

де θ_L – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни ціни нелегального продукту пропорційна різниці між попитом і пропозицією у нелегальному секторі:

$$\frac{dp_T}{dt} = \theta_T \left[n_1 Q_T(\alpha_1^T u_1 / p_T) - n_2 F_T(\beta_2^T u_2 / p_T) \right], \quad (4.2.14)$$

де θ_T – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни частки нелегальних виробничих витрат β_2^T пропорційна показникам обсягів легального і нелегального виробництва

$$\frac{d\beta_2^T}{dt} = \mathbf{V} \theta_\beta (1 - D)(D - \varepsilon), \quad (4.2.15)$$

де ε – мале додатне число, що виражає мінімальну частку нелегальних підприємств, $0 \leq \varepsilon < 1$; θ_β – коефіцієнт інерційності;

$$D = \frac{\bar{r} p_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L)}{p_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L) + \bar{r} p_T F_T(\beta_2^T u_2 / p_T)},$$

де параметр $\bar{r} = \bar{r}(t)$ ($\bar{r} > 1$) описує регуляторний вплив і вказує на частку економіки, до якої розширюється її тіньовий сектор ($\varepsilon < D < 1$ при всіх t).

Рівняння (4.2.15) є рівнянням типу Ферхюльста, або логістичним рівнянням [70], яке описує ріст в умовах обмеженого ресурсу. Тут «ріст» стосується розширення тіньового сектору економіки від частки ε до 1 (повного поглинання економіки тіньовим виробництвом і збутом). Співмножник $(1 - D)$ описує частку економіки, незайняту тіньовим сектором (з поправкою на регуляторний вплив). Співмножник $(D - \varepsilon)$ описує частку економіки, зайняту тіньовим сектором (з тією ж поправкою). Частка легальних виробничих витрат $\beta_2^L = B - \beta_2^T$.

Показник D «обсягу легального (і нелегального) виробництва» також легко виразити через капіталовіддачу легального і нелегального секторів

$$D = \frac{\bar{r}p_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L)}{\beta_2^L u_2 / p_L} \left[\frac{p_L F_L(\beta_2^L u_2 / p_L)}{\beta_2^L u_2 / p_L} + \frac{\bar{r}p_T F_T(\beta_2^T u_2 / p_T)}{\beta_2^T u_2 / p_T} \right]^{-1},$$

або через попит на їхню продукцію:

$$D = \frac{\bar{r}p_L Q_L(\alpha_1^L u_2 / p_L)}{p_L Q_L(\alpha_1^L u_2 / p_L) + \bar{r}p_T Q_T(\alpha_1^T u_2 / p_T)}.$$

Значення показника D імітують залежність відносної частини нелегальних виробничих витрат від ефективності легального й нелегального секторів економіки та попиту на їхню продукцію.

Рівняння (4.2.11)-(4.2.15) описують взаємодію легального і тіньового секторів ринкової економіки і мають єдиний розв'язок за початкових умов:

$$\begin{aligned} u_1^0 &= u_1(t_0), \quad u_2^0 = u_2(t_0), \quad p_L^0 = p_L(t_0), \quad p_T^0 = p_T(t_0), \\ \beta_{20}^T &= \beta_2^T(t_0). \end{aligned} \quad (4.2.16)$$

Якісний аналіз рівнянь (4.2.11)-(4.2.15) показує, що в економіці, у якій присутні легальний і нелегальний сектори, виникають стійкі і нестійкі рівноважні стани (рис. 4.2.3, 4.2.4).

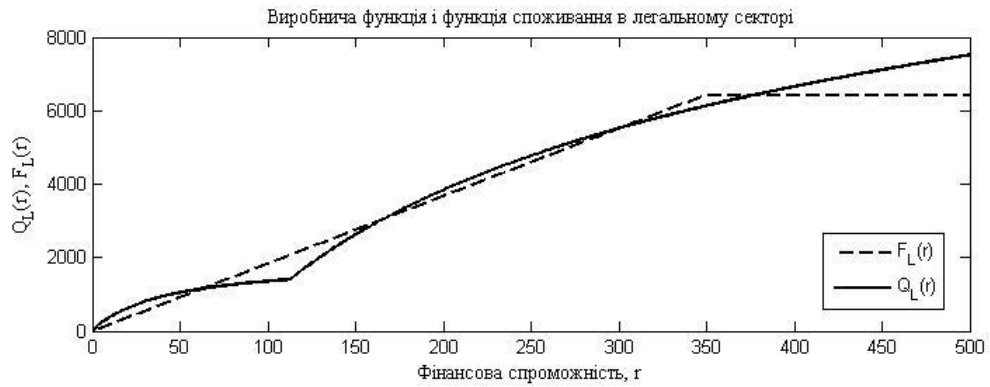


Рис. 4.2.3. Графіки виробничої функції $F_L(r)$ та функції споживання $Q_L(r)$ легального сектора

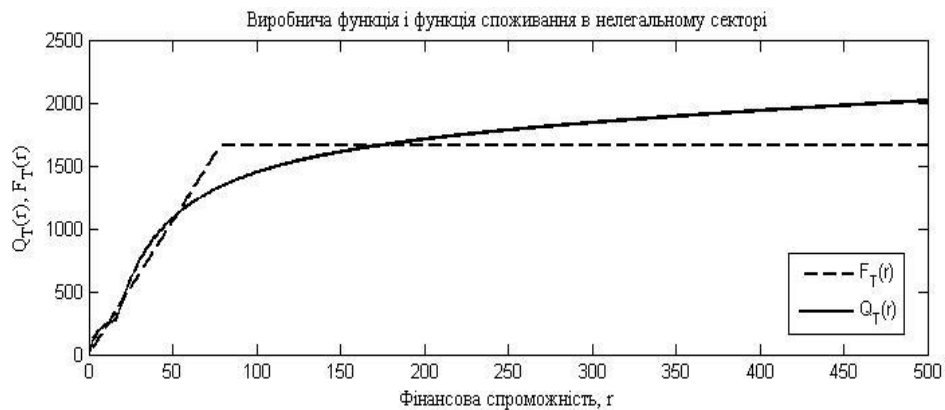


Рис. 4.2.4. Графіки виробничої функції $F_T(r)$ та функції споживання $Q_T(r)$ нелегального сектора

Параметри моделі $\alpha_1^L, \alpha_1^T, \Delta_L, \Delta_T, D$ та динамічна змінна $\beta_2^T(t)$ описують різні співвідношення між легальними і нелегальними секторами економіки, які детерміновано залежать від вибору частки споживчих витрат під час купівлі легального чи нелегального товарів (параметрів α_1^L, α_1^T), вибору легального чи нелегального місця праці (параметри Δ_L, Δ_T), а також – вибору частки виробничих витрат (параметри $D, \beta_2^T(t)$).

Якщо показники прибутковості в тіншовому секторі вищі за такі показники в легальному секторі, то частка тіншового сектора економіки зростає до межі, зумовленої інтенсивністю регуляторної протидії держави. Цю закономірність проілюстровано на рис. 4.2.5. На рисунку показано графіки розв'язку $\beta_2^T(t)$

рівнянь (4.2.11)-(4.2.16), знайдені за різної величини нелегальної зарплати s_T та ілюструють зміну розв'язку $\beta_2^T(t)$ – зміщення «границі» між легальною і нелегальною економікою як показника «росту в умовах обмеженого ресурсу». Додамо, – з цього рисунку також випливає, що збільшення нелегальної зарплати сповільнює розширення сектора тіньової економіки.

Описане розширення тіньового сектора є наслідком вибору з миттєвою мотивацією, де двояко знехтувано суспільними інтересами.

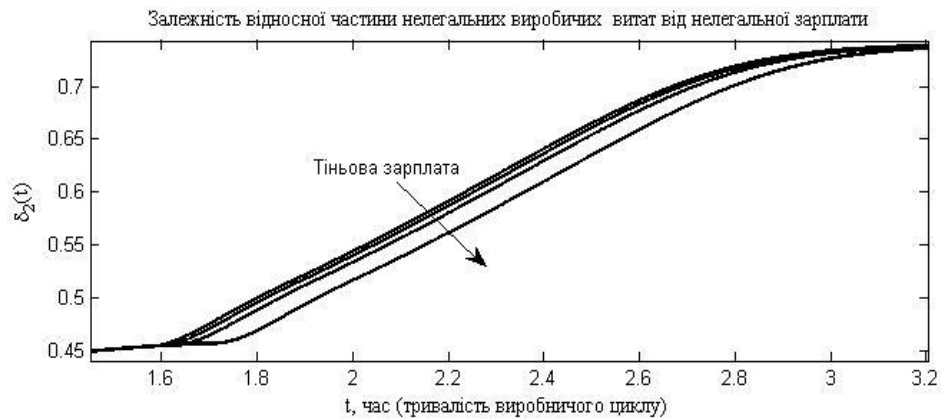


Рис. 4.2.5. Графіки розв'язків $\beta_2^T(t)$ рівнянь (4.2.11)-(4.2.16), знайдені за різної величини нелегальної зарплати s_T

Це означає, що для подолання тіньової економіки необхідно виховувати економічну поведінку, умотивовану не миттєвим зиском, а довготривалими суспільними інтересами. Також необхідно шукати засобів покращення умов діяльності малодохідних підприємств й вживати жорстких заходів щодо власників великих нелегальних підприємств.

Розглянемо економічну структуру суспільства з легальним й нелегальним секторами. Для цього на основі (4.2.12) формалізуємо потенціал власників підприємств щодо виробництва й збуту легального й нелегального товарів:

$$V_L = \int_0^{u_1} \int_0^{u_2} \left[\frac{n_1}{n_2} p_L Q_L \left(\frac{\alpha_1^L u_1}{p_L} \right) - \frac{n_1}{n_2} p_L s_L (1 + \kappa_L^1) - p_L (\lambda_L + \kappa_L^2) F_L \left(\frac{\beta_2^L u_2}{p_L} \right) \right] du_2 du_1,$$

$$V_T = \int_0^{u_1} \int_0^{u_2} \left[\frac{n_1}{n_2} p_T Q_T \left(\frac{\alpha_1^T u_1}{p_T} \right) - \frac{n_1}{n_2} p_T s_T (1 + \kappa_T^1) - p_T (\lambda_T + \kappa_T^2) F_T \left(\frac{\beta_2^T u_2}{p_T} \right) \right] du_2 du_1.$$

Покладемо $\alpha_1^L = \beta_2^L$, $\alpha_1^T = \beta_2^T$. Вважатимемо, що всі робітники є власниками підприємств: $n_1 = n_2$, $u_1 = u_2$, і позначимо фінансову спроможність легального і нелегального виробництва через $r_L = \alpha_1^L u_1 / p_L$; $r_T = \alpha_1^T u_1 / p_T$. Тоді можна отримати потенціали

$$V_L(r_L) = \int_0^{r_L} \left[p_L Q_L(r_L) - p_L s_L (1 + \kappa_L^1) - p_L (\lambda_L + \kappa_L^2) F_L(r_L) \right] dr_L,$$

$$V_T(r_T) = \int_0^{r_T} \left[p_T Q_T(r_T) - p_T s_T (1 + \kappa_T^1) - p_T (\lambda_T + \kappa_T^2) F_T(r_T) \right] dr_T.$$

Графіки потенціалів легального $V_L(r_L)$ і нелегального $V_T(r_T)$ секторів зображено на рис. 4.2.6.

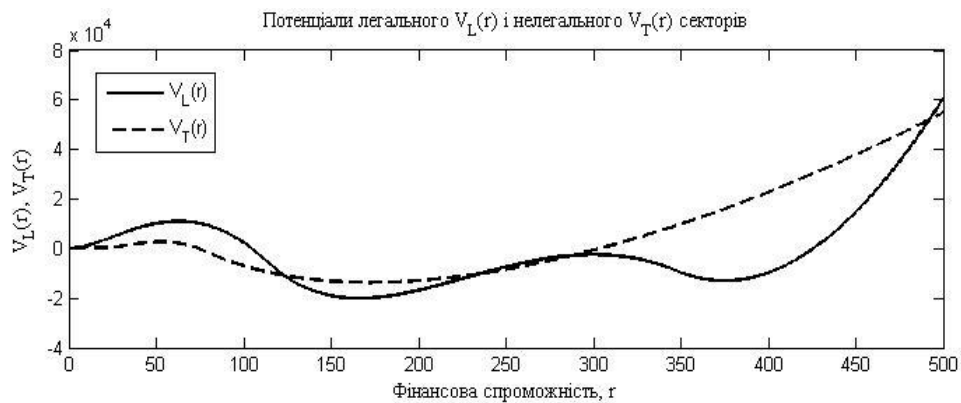


Рис. 4.2.6. Графіки потенціалів легального $V_L(r)$ і нелегального $V_T(r)$ секторів

На рисунку проілюстровано два мінімуми, що відповідають стійким низькопродуктивним і високопродуктивним станам у відповідних секторах економіки. Координати цих мінімумів не збігаються.

Обчислення потенціалів $V_L(r_L)$, $V_T(r_T)$ приводить до висновку, що два досліджувані сектори мають окремі фінансової спроможності. В легальному секторі їх виражають грошові заощадження, готівкові й безготівкові. У

нелегальному секторі економічну спроможність виражають переважно готівкові гроші, а також інші форми вартості – товари, обмін послугами, обмін виконання роботами.

Чотири мінімуми потенціалів $V_L(r_L)$, $V_T(r_T)$ мають двоякі суспільні наслідки. Низькопродуктивний стійкий стан нелегальної економіки близький до низькопродуктивного стану легальної економіки. Успішна нелегальна діяльність з доходами, які слабо перевищують прожитковий мінімум, дає підстави для її легалізації. Такі переходи мають корисні суспільні наслідки.

Шкідливі наслідки мають переходи підприємців між близькими легальним і нелегальним стійкими високопродуктивними станами. Перехід з легального стійкого стану у нелегальний задля зиску має найгірші соціально-економічні наслідки. Це ухиляння від податків, фінансування корупції та злочинності, руйнування трудової дисципліни, екологічні й трудові порушення. Зворотній перехід з нелегального високопродуктивного стану в легальний можливий або внаслідок свідомого вибору, або під тиском держави.

Потенціал легального й нелегального секторів визначає економічну структуру суспільства. Розподіл кількості учасників економіки за легальною і нелегальною фінансовими спроможностями можна визначити за потенціалами:

$$\rho_L(r_L) = \rho_{0L} \exp(-V_L(r_L) / G^2),$$

$$\rho_T(r_T) = \rho_{0T} \exp(-V_T(r_T) / G^2),$$

де ρ_{0L} , ρ_{0T} – коефіцієнти нормування; G – коефіцієнт дифузії. Графіки розподілів $\rho_L(r_L)$, $\rho_T(r_T)$ показано на рис. 4.2.7. Ці розподіли є бімодальними.

Описана економіка має «двічі бімодальний розподіл» кількості громадян за статками – розподіл за легальними й таємними статками. Тому регуляторне переведення більшості підприємств з низькопродуктивного стану у високопродуктивний є надзвичайно складним, адже спершу необхідно досягнути

одномодального розподілу кількості учасників за фінансовою спроможністю, що вимагає регуляторного втручання у тіньову економіку. Особливо важливо стимулювати перехід «на легальне становище» тих її учасників, які мають нелегальний дохід на рівні прожиткового мінімуму, що зміщує потенціал ввєрх, також – ліквідувати великі нелегальні виробництва.

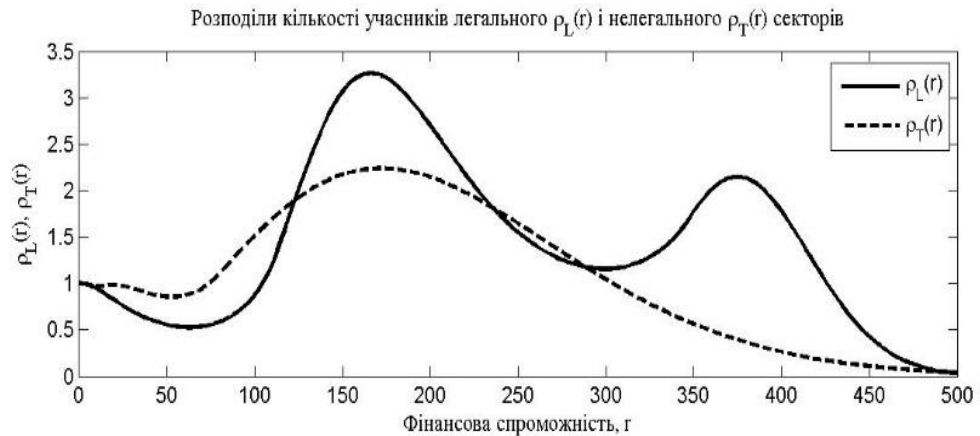


Рис. 4.2.7. Графіки розподілів кількості учасників легального $\rho_L(r)$ і нелегального $\rho_T(r)$ секторів економіки за фінансовими спроможностями

Для ринкової економіки важлива регуляторна стратегія досягнення високопродуктивного стану через створення унімодального розподілу кількості громадян за статками, але бімодальний розподіл кількості учасників економіки за нелегальною фінансовою спроможністю маскує наявність надзвичайно великих статків окремих власників.

За умови, що випадкові доходи у легальних і нелегальних секторах є статистично незалежні, загальний розподіл кількості учасників економіки за статками $r = r_L = r_T$ дорівнює добутку $\rho(r) = \rho_L(r)\rho_T(r)$. Графік такого розподілу показано на рис. 4.2.8, він також є бімодальний.

Розглянемо закономірності зміни легальної й нелегальної економічної діяльності. Підприємці вибирають легальну або нелегальну господарську діяльність на основі показників дохідності, які залежать від фінансової спроможності. Найпростіше такий показник виразити платоспроможним

попитом на продукцію. Тобто, вибір легальної або нелегальної діяльності залежить від різниці потенціалів

$$\Delta V(r) = V_L(r) - V_T(r).$$

Якщо за наявної фінансової спроможності r різниця потенціалів $\Delta V(r) > 0$ тоді підприємцю вигідніша легальна діяльність, якщо $\Delta V(r) < 0$ – вигідніша нелегальна діяльність.

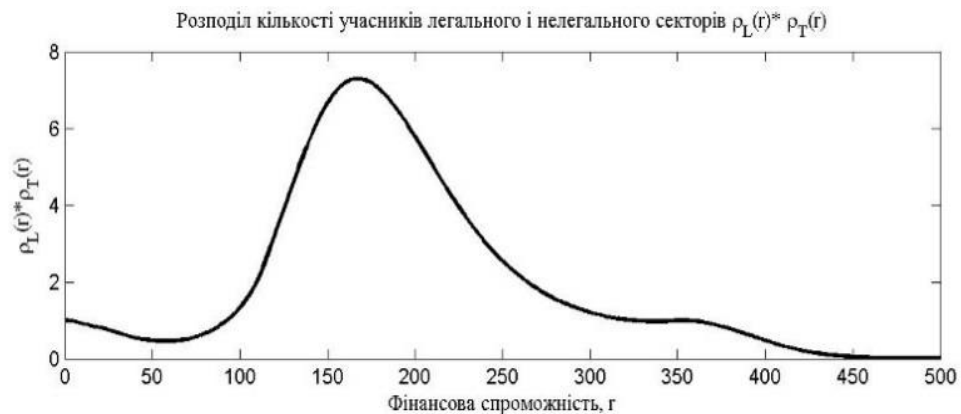


Рис. 4.2.8. Графік розподілу кількості учасників легального і нелегального секторів економіки за фінансовою спроможністю

$$\rho(r) = \rho_L(r)\rho_T(r)$$

Легко зауважити, що швидкість зміни обсягів виробничих витрат між легальними і нелегальними секторами економіки пропорційна різниці потенціалів

$$\frac{d\theta_\beta}{dt} = \sigma(V_L - V_T), \quad (4.2.17)$$

де σ – параметр інерційності, який описує, наскільки швидко підприємці реагують на зміну попиту у легальному і нелегальному секторах. Співвідношення (4.2.17) є рівнянням типу Ома та описує швидкість переміщення фінансової спроможності між секторами економіки в залежності від різниці їхніх потенціалів. Зауважимо, що таке рівняння придатне для моделювання взаємодії довільних секторів економіки у

спільному полі споживчого попиту. Параметр θ_β має сенс ціни капіталовитрат легального сектора відносно капіталовитрат нелегального сектора.

Рівняння (4.2.11)-(4.2.17) з додатковою початковою умовою $\theta_\beta^0 = \theta_\beta(t_0)$ описують взаємодію легального і нелегального секторів економіки з урахуванням різниці потенціалів між ними (різниці платоспроможних попитів). Вони моделюють коливання виробничих капіталовитрат у легальному і нелегальному секторах економіки з урахуванням платоспроможних попитів на продукти. Графік різниці потенціалів $\Delta V(r)$ між легальними і нелегальними секторами економіки зображено на рис. 4.2.9, який ілюструє типову ситуацію щодо співвідношення легальної й нелегальної економіки. Якщо $\Delta V(r) > 0$, то підприємцям вигідніша легальна економічна діяльність, $\Delta V(r) < 0$ – нелегальна економічна діяльність.

З рис. 4.2.9 легко зауважити, що у даному прикладі легально вигідніше виробляти товари повсякчасної потреби (відрізок L_1), товари довготривалого вжитку середньої ціни (відрізок L_1) і надзвичайно дорогі товари. Нелегально вигідно виробляти (продавати) дорогі товари повсякчасної потреби й дешеві товари довготривалого вжитку (відрізок T_1) та дорогі товари довготривалого вжитку (відрізок T_2).

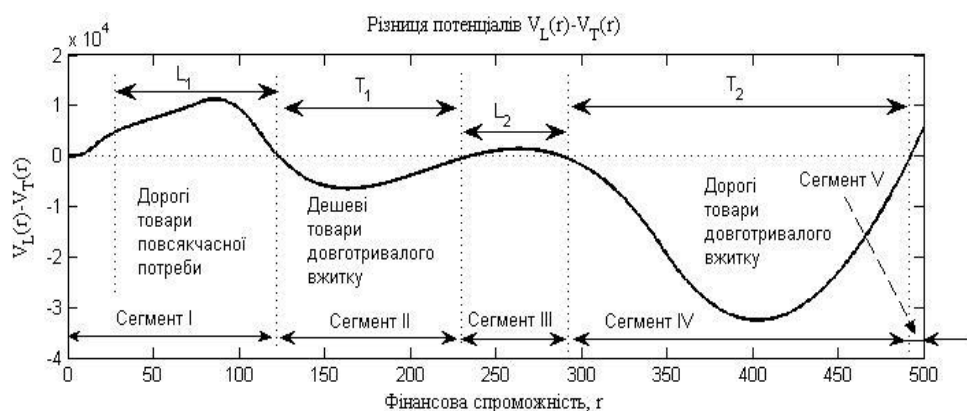


Рис. 4.2.9. Графік різниці потенціалів $\Delta V(r) = V_L(r) - V_T(r)$ легального і нелегального секторів економіки

Описана закономірність відображає схильність власників підприємств до легальної або нелегальної діяльності в залежності від їхнього капіталозабезпечення.

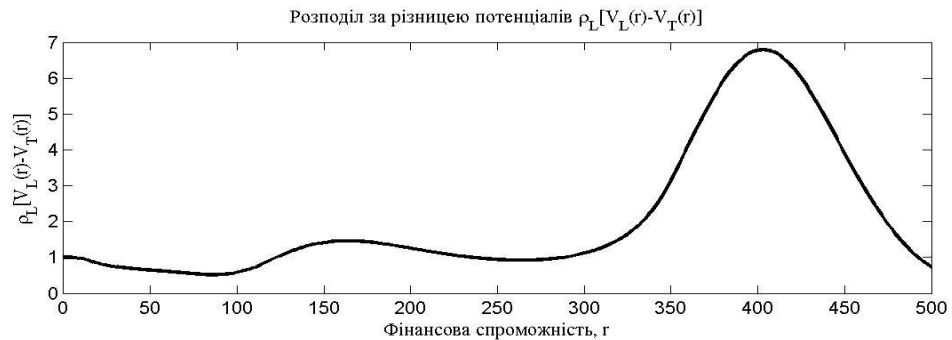


Рис. 4.2.10. Графік розподілу $\rho(\Delta V)$ кількості учасників економіки за їхньою різницею потенціалів $\Delta V(r) = V_L(r) - V_T(r)$ легальної і нелегальної діяльності

Різниця потенціалів $\Delta V(r)$ впливає на економічну поведінку учасників економіки з різною фінансовою спроможністю. На рис. 4.2.10 показано розподіл кількості учасників економіки, побудований на основі різниці потенціалів:

$$\rho_{\Delta}(r) = \rho_0 \exp(-[V_L(r) - V_T(r)]/G^2),$$

де ρ_0 – коефіцієнт нормування. Мінімуми цього графіка показують області, де нелегальне виробництво дає зиск більший, ніж виробництво легальне. Це означає, що у різних «сегментах економіки» відбуваються окремі, специфічні для них процеси взаємодії легального й нелегального секторів. До цих «сегментів» належать такі види діяльності: виробництво дешевих товарів повсякчасної потреби (сегмент I); виробництво дорогих товарів повсякчасної потреби і дешевих товарів щоденного вжитку (сегмент II); виробництво товарів довготривалого вжитку середньої ціни (сегмент III); виробництво дорогих товарів довготривалого вжитку (сегмент IV); виробництво надзвичайно дорогих товарів (сегмент V).

За умов, які наближено відповідають сучасному стану економіки нашої країни, в сегментах I, III, V вигідніше легальне виробництво. Для подолання

нелегального виробництва в сегменті I необхідно стимулювати платоспроможний попит споживачів дешевих товарів. Для подолання нелегального виробництва в сегменті II доцільно впливати на виробників, не підриваючи їхньої фінансової спроможності – «перевиховувати», давати «податкову амністію», змушувати до підвищення нелегальної зарплати робітникам. Нелегальне виробництво в секторі V є особливо аморальним і злочинним (адже в цьому сегменті здебільшого вигідніша легальна діяльність) і до нього необхідні жорсткі регуляторні заходи.

За умов, які наближено відповідають сучасному стану економіки нашої країни, в сегментах II, IV вигіднішим є нелегальне виробництво. Для подолання нелегального виробництва в сегменті II необхідно стимулювати споживчий попит на дорогі товари повсякчасної потреби і дешеві товари довготривалого вжитку, одночасно стримувати їхнє тіньове виробництво. Для подолання нелегального виробництва в сегменті IV необхідно вживати заходів, специфічних щодо «середнього класу нелегальних виробників». Передусім – це збільшення накладних витрат у зв'язку з нелегальною діяльністю, створення умов для її легалізації без суттєвого підриву фінансової спроможності. Жорсткі заходи (конфіскація матеріальних й фінансових ресурсів) не відповідає економічній суті цього сегменту.

Для державного впливу на взаємодію легальних й тіньових секторів економіки необхідний диференційований регуляторний вплив. В моделі (4.2.11)-(4.2.17) він описаний параметром $r(t)$. Для державного впливу на сектори I-V необхідні окремі регуляторні впливи $r_k(t)$ $k=I, \dots, V$. На жаль, дійсність нерідко розходить з цими рекомендаціями. Підприємці, які працюють на межі рентабельності, зазнають найбільш жорсткого регуляторного впливу, а власники великих нелегальних виробництв навпаки, – звільнені від нього.

Далі з'ясуємо які суспільно-економічні групи виникають в економіці з легальним й тіньовим секторами. Вище було знехтувано тим, що власники

підприємств мають різні форми фінансової спроможності. Легальна фінансова спроможність виражена грошами, нелегальна – готівковими грошами й товарами і взаємними послугами. Щоб частково врахувати ці відмінності припустимо, що випадкові зміни доходів й витрат у легальному й тіньових секторах є статистично незалежні. Тоді потенціал власників підприємств дорівнює сумі потенціалів легальної й нелегальної діяльності:

$$V(r_L, r_T) = V_L(r_L) + V_T(r_T),$$

а розподіл кількості підприємців за їхніми фінансовими спроможностями дорівнює

$$\rho(r_L, r_T) = \rho_0 \exp([V_L(r_L) + V_T(r_T)]/G^2).$$

Графіки потенціалу $V(r_L, r_T)$ і розподілу $\rho(r_L, r_T)$ показано на рис. 4.2.11, 4.2.12 є типовими для низькопродуктивних економік. Видно, що графік потенціалу має сім локальних мінімумів які пов'язані з використанням лише одного виду фінансових ресурсів – легального r_L , або тіньового r_T під час діяльності: натуральне виробництво ($r_L = 0$; $r_T = 0$); виробництво легальних товарів повсякчасного попиту ($r_L > 0$; $r_T = 0$); таке ж виробництво товарів довготривалого витку; виробництво нелегальних товарів повсякчасного попиту ($r_L = 0$; $r_T > 0$); таке ж виробництво товарів довготривалого витку.

Чотири локальні мінімуми потенціалу $V(r_L, r_T)$ за $r_L, r_T > 0$ описують такі види діяльності. Виробництво лише товарів повсякчасного попиту на основі легальної й нелегальної фінансових спроможностей на рівні прожиткового мінімуму (позначимо цей вид діяльності номером 1). Виробництво товарів повсякчасного попиту і довготривалого вжитку на основі легальної фінансової спроможності на рівні прожиткового мінімуму й нелегальної фінансової спроможності на рівні середніх виробничих потреб (2-й вид діяльності).

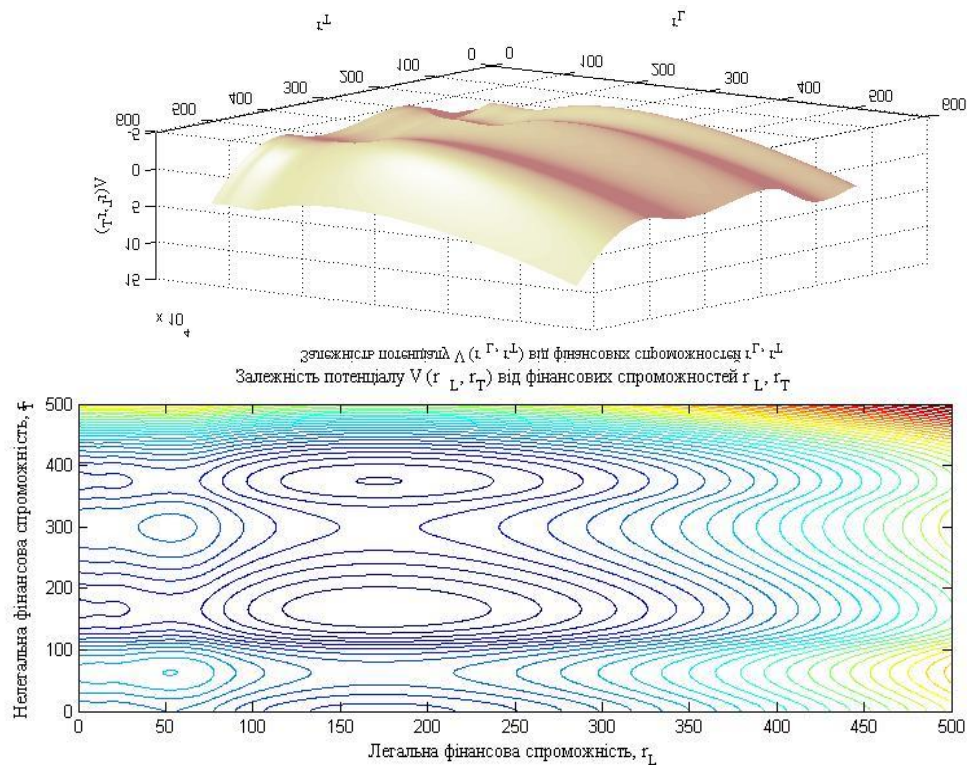


Рис. 4.2.11. Графік залежності потенціалу $V(r_L, r_T)$ учасників економіки від легальної і нелегальної фінансової спроможності

Виробництво товарів повсякчасного попиту і довготривалого вжитку на основі нелегальної фінансової спроможності на рівні середніх виробничих потреб й легальної фінансової спроможності на рівні прожиткового мінімуму (3-й вид діяльності). Виробництво товарів повсякчасного попиту і довготривалого вжитку на основі нелегальної й нелегальної фінансових спроможностей на рівні середніх виробничих потреб і вище (4-й вид діяльності). Ці види економічної діяльності пов'язані з утворенням відповідних економічних груп.

Учасникам групи s_1 бракує обох видів економічної спроможності, легальної й нелегальної. Учасникам групи s_2 бракує легального фінансового ресурсу, тому регуляторний вплив щодо них має поєднувати стимулювання попиту на їхню продукцію й стримування їхньої нелегальної діяльності.

Учасники групи s_3 мають легальну й нелегальну економічну спроможність, достатню для виробництва товарів повсякчасного попиту й

дешевих товарів довготривалого вжитку. Це «середній клас» нелегальної економіки. Для держави важливо не знищувати його, а перевести на легальну форму діяльності.

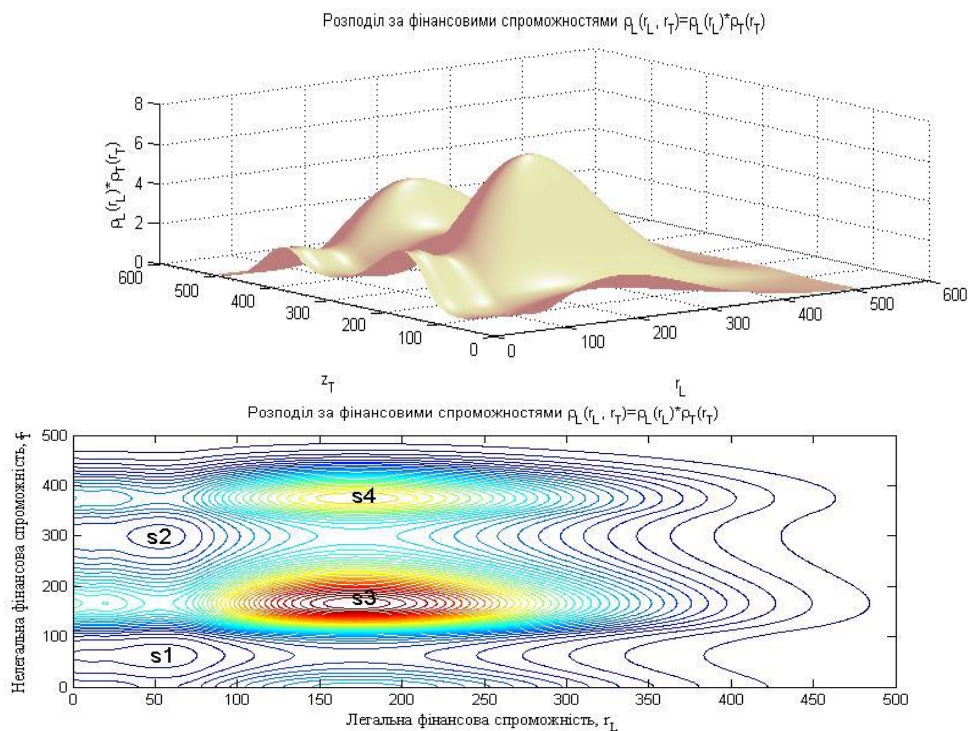


Рис. 4.2.12. Графік розподілу $\rho(r_L, r_T)$ кількості учасників економіки від легальної і нелегальної фінансової спроможності

Учасники групи s_4 мають високу легальну й нелегальну економічну спроможність. Проте їм вигідно підвищувати показники дохідності своїх підприємств, виконуючи частину робіт нелегально. Для держави важливо перевести їхню діяльність у легальну форму, застосовуючи відповідні санкції.

У взятому демонстраційному прикладі потенціал $V(r_L, r_T)$ більшає за великих r_L, r_T , тому в розподілі $\rho(r_L, r_T)$ можливий втікаючий хвіст. Це означає, що власникам найбільших підприємств вигідне нелегальне виробництво.

Розглянемо різницю потенціалів $\Delta V(r_L, r_T) = V_L(r_L) - V_T(r_T)$ і відповідний їй розподіл

$$\rho_{\Delta}(r_L, r_T) = \rho_0 \exp\left(\frac{[V_L(r_L) - V_T(r_T)]}{G^2}\right).$$

У прикладі, взятому для ілюстрації, різниця потенціалів $\Delta V(r_L, r_T)$ зростає за великої нелегальної фінансової спроможності і спадає за великої легальної фінансової спроможності (рис. 4.2.13).

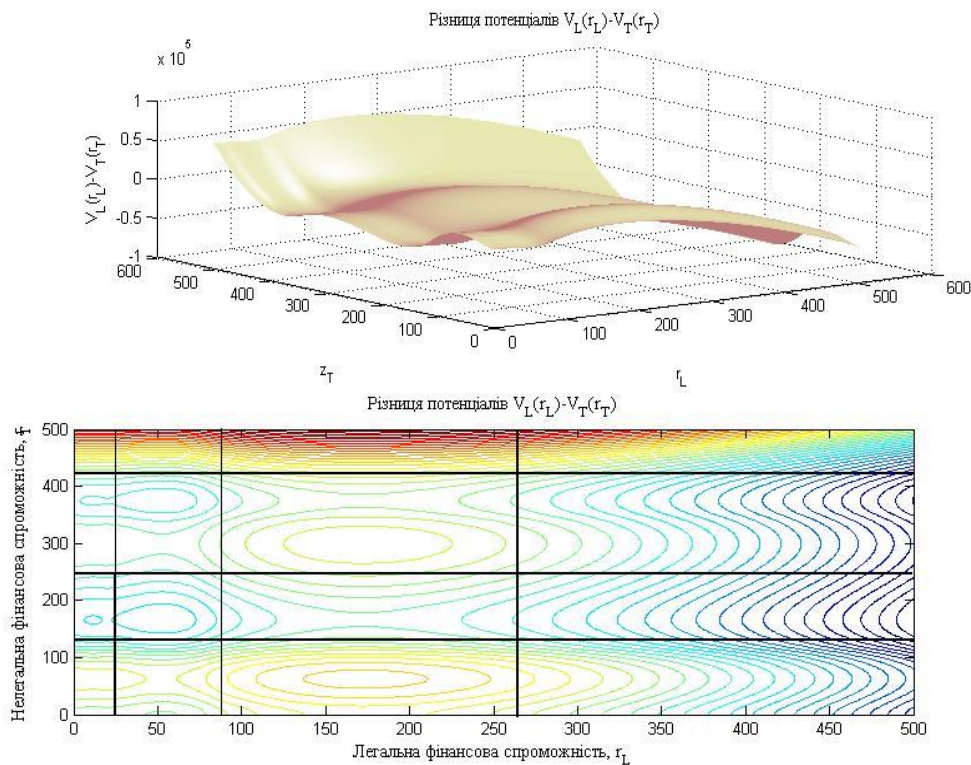


Рис. 4.2.13. Графік різниці потенціалів $\Delta V(r_L, r_T) = V_L(r_L) - V_T(r_T)$ легального і нелегального секторів економіки

Повторимо, розподіл $\rho_{\Delta}(\Delta V(r_L, r_T))$ дорівнює густині ймовірності того, що легальне фінансове забезпечення перевищує нелегальне на фінансову спроможність $r_L - r_T$. Мінімуми $\rho_{\Delta}(\Delta V(r_L, r_T))$ відповідають областям, де нелегальне виробництво вигідніше за легальне. Графік $\rho_{\Delta}(\Delta V(r_L, r_T))$ має локальні максимуми й мінімуми, які розміщені приблизно за «квадратно-гніздовим методом» (рис. 4.2.14). Це означає, що двовимірний простір капіталозабезпечення (r_L, r_T) мозаїчно поділений на області де власникам підприємств зручніше виробляти то легальний то нелегальний товар. Додамо,

що регуляторний вплив на співвідношення між тіньовою й легальною економікою r_k ($k = I, \dots, V$) потребує витрат державних коштів. Ефект від них описує певна функція $r_k = R_k(u_g)$ ($k = I, \dots, V$), що має властивості виробничих функцій, де u_g – кількість державних коштів, спрямованих на подолання тіньової економіки.

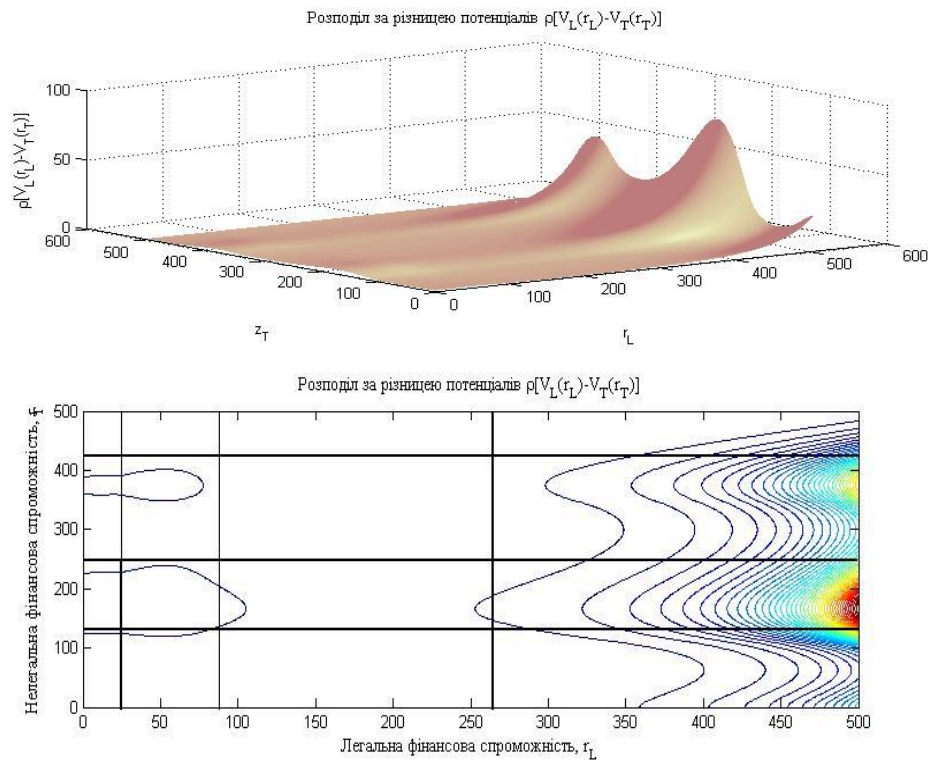


Рис. 4.2.14. Графік розподілу $\rho_{\Delta}(\Delta V(r_L, r_T))$ кількості учасників економіки за їхньою різницею потенціалів легальної і нелегальної діяльності

Описані математичні методи взаємодії легального й нелегального секторів економіки придатні для дослідження взаємного впливу між іншими секторами ринкової економіки.

4.3. Динамічна модель економіки з урахуванням економічної структури суспільства та екологізації виробництва

Проблеми еколого-економічної взаємодії, тобто взаємодії соціально-економічних та природних систем (екосистем) уже давно стали пріоритетними в багатьох галузях науки і суспільного життя у цілому. Щоб розв'язати ці проблеми, потрібні бажання і зусилля всіх членів суспільства, а науковців - в першу чергу, оскільки саме від них залежить стан вивчення даних проблем, їх всесторонній системний аналіз, теоретичне обґрунтування передбачуваних практичних дій для досягнення бажаної еколого-економічної рівноваги і сталого (стійкого) розвитку [12,44,45,47,54,166,167,169], розробка теоретичних і прикладних алгоритмів соціально-економічної діяльності, спрямованої на успішне розв'язання як вказаних вище еколого-економічних, так і соціальних проблем сьогодення.

Нижче будуть запропоновані математичні моделі еколого-економічної динаміки в умовах кластеризації людських ресурсів, тобто в умовах конкретно заданої класифікації задіяних у соціально-економічному житті членів суспільства, яку ми називаємо економічною структурою суспільства. Вплив економічної структури суспільства на процеси еколого-економічної взаємодії можна описати за допомогою моделей економіки різного рівня агрегування, зокрема за допомогою так званих односекторних моделей. Взаємодія економіки з екосистемою у цих моделях конкретизується процесом утилізації створеного людською діяльністю забруднення (виробничих решток), а із соціальною системою – кластеризацією суспільства за фінансовою спроможністю впливати на економічну динаміку. Економічна структура в односекторних моделях відображена трьома групами (кластерами) громадян: непрацюючими пенсіонерами; зайнятими соціально-економічною діяльністю членами суспільства, що працюють в установах всіх можливих форм власності і виробляють єдиний агрегований суспільний продукт (матеріальний продукт, послугу тощо) та здійснюють утилізацію

екологічно шкідливих відходів своєї діяльності; власниками установ різних форм власності, де виробляється агрегований суспільний продукт (чи послуга) та здійснюється утилізація створених забруднювачів. Моделі описують в умовах еколого-економічної рівноваги динаміку заощаджень відповідних суспільних груп, цін на основний продукт та утилізацію забруднення, а також динаміку забруднення навколишнього середовища і дозволяють проаналізувати вплив економічної структури суспільства на процеси екологізації виробництва, споживання, ціноутворення та забруднення довкілля [11,46,49,58,59].

Перейдемо до формалізації та аналізу моделі економіки, в якій виробництво фактично ділиться на дві групи (два сектори) виробництв: А – створення агрегованого суспільного продукту (матеріального продукту, послуги) – основне; В – допоміжне (утилізація екологічно небезпечних відходів (решток) або знищення забруднювачів). Звичайно, поняття сектора тут не слід ототожнювати з тими поняттями сектора, які традиційно використовуються у економіці, наприклад з державним чи приватним секторами (тобто з частинами економіки, які знаходяться у державній чи приватній власності та контролюються відповідними органами). Однак, як і в класичному сенсі, сектор означає певну частину економіки, яка має свою характерну ознаку, своє призначення і свої особливості. Основне та допоміжне виробництво функціонують окремо, тобто кожне з них є окремим сектором економіки, що має свою інфраструктуру, своїх власників капіталу – організаторів виробництва та своїх працівників, тобто кожний сектор має свої фінансові та трудові ресурси, а також відповідні матеріально-фінансові рахунки. Обидва сектори тісно взаємопов'язані, оскільки перший сектор є постачальником створеного забруднення для утилізації у другому секторі. Під час знищення забруднення у допоміжному виробництві також можуть продукуватись свої екологічно небезпечні рештки, які повинні утилізуватись у тому ж таки допоміжному виробництві. Між секторами основного та допоміжного виробництв можуть бути встановлені різні фінансові відносини,

однак винуватець створеного забруднення повинен оплачувати його утилізацію (повну чи часткову). При цьому не виключається також стороння фінансова допомога з метою екологізації економіки, наприклад певна державна підтримка або допомога різних фінансових і навіть громадських організацій.

Надалі підприємства першої групи будемо називати основними, а підприємства другої групи – допоміжними. Функціонування допоміжних підприємств повністю залежить від наявності виробничих решток у секторі А та їх пропозиції до утилізації. Будемо вважати, що в економічній системі суспільства беруть участь n громадян, які розбиті на такі групи (кластери): пенсіонери ($n_0 = v_0 n$); працівники невиробничих сфер, у тому числі сфер послуг ($n_1 = v_1 n$); працівники державних служб ($n_2 = v_2 n$); робітники основних підприємств ($n_3 = v_3 n$); власники основних підприємств ($n_4 = v_4 n$); робітники допоміжних підприємств ($n_5 = v_5 n$); власники допоміжних підприємств ($n_6 = v_6 n$). Зазначимо, що v_i ($i = \overline{0,6}$) – це частка кількості членів i -тої групи громадян в їх загальній кількості $\left(\sum_{i=0}^6 v_i = 1\right)$.

Припустимо також, що основні підприємства виробляють деякий агрегований матеріальний продукт, який споживають всі групи споживачів та деякий допоміжний (екологічно небезпечний) продукт, який у вигляді промислових решток (відходів) збувається з доплатою допоміжним підприємствам на утилізацію (знешкодження). Що ж до елементів суспільства (груп громадян), які формують економічну структуру, будемо вважати, що вони мають ліквідні заощадження (гроші, цінні папери) u_i ($i = \overline{0,6}$), які всередині кожної групи вважаються однаковими.

Заощадження u визначають відповідну фінансову спроможність $r = u/p$ у сфері попиту та пропозиції, де p — або ціна певного продукту або

вартість деякої виробничої операції чи послуги. Зрозуміло, що економічні змінні, які визначають фінансову спроможність, є динамічними змінними. У нашому випадку заощадження (як фінансові засоби) витрачаються на купівлю основного агрегованого продукту $(\alpha_i u_i)$ за ціною p_A , утилізацію виробничих решток $(\beta_i u_i)$ за тарифом p_B , а також на виробничі потреби $(\gamma_i u_i)$. Частки $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ є невід'ємними величинами і задовольняють умову $\alpha_i + \beta_i + \gamma_i = 1$ ($i = \overline{0,6}$). Надалі будемо вважати, що $\gamma_i = 0$ для $i = \overline{0,3,5}$, $\beta_i = 0$ для $i = \overline{0,3}$, та $i = 5,6$. Крім того, нехай:

попит на основний продукт споживача i ($i = \overline{0,6}$) описується функцією попиту $Q_A = Q_A \left(\frac{\alpha_i u_i}{p_A} \right)$, $i = \overline{0,6}$ ($\alpha_i u_i$ – частина заощаджень одного споживача i -тої групи, які можуть витратитись на споживання основного продукту),

пропозиція виробничих решток (забруднювачів) представника сектора А до утилізації сектору В – функцією пропозиції-попиту $S_{AB} = S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right)$ ($\beta_4 u_4$ – частина заощаджень одного власника сектора А, які можуть бути спрямовані на утилізацію забруднювачів), кількість виробленого одним власником сектора А основного продукту – виробничою функцією або функцією пропозиції основного продукту $F_A = F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right)$ ($\gamma_4 u_4$ – частина заощаджень одного власника сектора А, які можуть бути використані у виробництві основного продукту),

кількість утилізованого одним власником сектора В допоміжного продукту – виробничою функцією або функцією пропозиції утилізованого допоміжного продукту $F_B = F_B \left(\frac{\gamma_6 u_6}{p_B} \right)$.

Зауважимо, що фінансові можливості представника сектора В щодо процесу утилізації забруднення можуть бути підсилені за рахунок власних заощаджень, але при цьому виникає питання оплати за додатковий обсяг знищеного забруднення, хоча забруднення, яке виникає в результаті утилізації забруднення, як правило, повинно бути утилізовано за кошти кожного представника сектора В. З даного зауваження випливає, що рівняння динаміки заощаджень власника допоміжних підприємств може бути побудоване у різних варіантах.

Будемо вважати також, що загальна кількість виробничих решток підприємств сектора А прямо пропорційна з деяким коефіцієнтом λ ($0 < \lambda < 1$) до загальної кількості виробленої основної продукції (в розрахунку на одного власника ця кількість рівна $\lambda F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{P_A} \right)$), а попит сектора В на утилізацію забруднювачів рівний їх пропозиції від сектора А, оскільки вище вже було зроблено припущення про те, що власники сектора В своїх заощаджень ($\beta_4 = 0$) на утилізацію не витрачають, а функціонують за рахунок сектора А.

Приступимо до побудови моделі. Пенсіонери, працівники освіти, науки, культури, медицини, службовці, робітники основних та допоміжних підприємств отримують сталий дохід відповідно s_0 , s_1 , s_2 , s_3 та s_5 (в натуральних одиницях ((н.о.)).

Граничний приріст заощаджень (або миттєва швидкість зміни заощаджень) пенсіонера у будь-який момент часу дорівнює різниці між його сталим доходом і видатками на споживання агрегованого продукту:

$$\frac{du_0}{dt} = P_A \left[s_0 - Q_A \left(\frac{\alpha_0 u_0}{P_A} \right) \right], \quad (4.3.1)$$

працівника культури, освіти, науки, медицини, а також службовця, робітника основного та допоміжного підприємств – різниці між їх сталим

доходом, зменшеним на величину податку (податкова ставка k_0) і видатками на споживання агрегованого продукту:

$$\frac{du_1}{dt} = p_A \left[s_1(1 - k_0) - Q_A \left(\frac{\alpha_1 u_1}{p_A} \right) \right], \quad (4.3.2)$$

$$\frac{du_2}{dt} = p_A \left[s_2(1 - k_0) - Q_A \left(\frac{\alpha_2 u_2}{p_A} \right) \right], \quad (4.3.3)$$

$$\frac{du_3}{dt} = p_A \left[s_3(1 - k_0) - Q_A \left(\frac{\alpha_3 u_3}{p_A} \right) \right], \quad (4.3.4)$$

$$\frac{du_5}{dt} = p_A \left[s_5(1 - k_0) - Q_A \left(\frac{\alpha_5 u_5}{p_A} \right) \right]. \quad (4.3.5)$$

Власники підприємств, крім податку на дохід (ставка k_0) сплачують також податок на фонд заробітної плати (ставка k_1), податок на додану вартість (ставка k_2) і додатково витрачають деякі кошти на виробничі потреби (нехай частка витрат в основному виробництві λ_A , допоміжному – λ_B). Зміна заощаджень власника підприємств сектора А характеризується різницею між їх доходом від збуту виробленої продукції, зменшеним на величину податку та видатками на особисте споживання, утилізацію виробничих відходів, заробітну плату, податок на фонд заробітної плати, виробничі потреби, податок на додану вартість:

$$\begin{aligned} \frac{du_4}{dt} = & \frac{p_A}{n_4} (1 - k_0) \sum_{i=0}^6 n_i Q_A \left(\frac{\alpha_i u_i}{p_A} \right) - p_A Q_A \left(\frac{\alpha_4 u_4}{p_A} \right) - \\ & - p_B S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right) - \frac{p_A n_3 s_3 (1 + k_1)}{n_4} - p_A (\lambda_A + k_2) F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right), \end{aligned} \quad (4.3.6)$$

де $p_A \sum_{i=0}^6 n_i Q_A \left(\frac{\alpha_i u_i}{p_A} \right)$ – загальна вартість (в грошових одиницях (г.о.))

основного продукту, закупленого всіма групами споживачів або дохід всіх власників підприємств сектора А від реалізації основного продукту;

$$\frac{1}{n_4}(1-k_0)p_A \sum_{i=0}^6 n_i Q_A \left(\frac{\alpha_i u_i}{p_A} \right) - \text{дохід одного власника підприємств}$$

сектора А від реалізації основного продукту, зменшений на величину відповідного податку;

$$p_A Q_A \left(\frac{\alpha_4 u_4}{p_A} \right) - \text{видатки (в г.о.) власника підприємств сектора А на}$$

особисте споживання цього продукту;

$$p_B S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right) - \text{витрати (в г.о.) власника підприємств сектора А на}$$

знешкодження забруднювачів (утилізацію решток);

$$p_A s_3 (1+k_1) = (s_3 + k_1 s_3) - \text{зарплата одного робітника сектора А,}$$

збільшена на величину податку на фонд заробітної плати;

$$p_A n_3 s_3 (1+k_1) - \text{зарплата всіх робітників сектора А, збільшена на}$$

величину податку на фонд заробітної плати;

$$\frac{p_A n_3 s_3 (1+k_1)}{n_4} - \text{витрати (в г.о.) одного власника підприємств сектора А}$$

на зарплату всіх робітників цього сектора та податок на фонд заробітної плати;

$$\lambda_A F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right) - \text{виробничі витрати (в н.о.) основного продукту}$$

власником підприємств сектора А;

$$k_0 F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right) - \text{податок на додану вартість власника підприємств}$$

сектора А;

$$p_A (\lambda_A + k_2) F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right) - \text{вартість (в г.о.) сумарних витрат власника}$$

підприємств сектора А на виробничі потреби та податок на додану вартість.

Прирости заощаджень власників допоміжних (або екологічних) підприємств дорівнюють різниці між їх доходами від прийому на утилізацію виробничих решток сектора А (своєрідного «збуту екологічної продукції»), зменшеними на величину податку та видатками на особисте споживання,

заробітну плату робітників сектора В, податок на фонд заробітної плати, виробничі потреби (частка $0 < \lambda_B < 1$), податок на додану вартість, тому їх граничні прирости (миттєві швидкості зміни заощаджень) відповідно формалізуються рівняннями:

$$\begin{aligned} \frac{du_6}{dt} = & \frac{n_4}{n_6}(1-k_0)p_B S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right) - p_A Q_A \left(\frac{\alpha_6 u_6}{p_A} \right) - \\ & - \frac{p_B}{n_6} n_5 s_5 (1+k_1) - p_B (\lambda_B + k_2) F_B \left(\frac{\gamma_6 u_6}{p_B} \right). \end{aligned} \quad (4.3.7)$$

Змістова інтерпретація всіх складових рівняння (4.3.7) здійснюється аналогічно до інтерпретації рівняння (4.3.6), тому зупинятись на цьому питанні немає сенсу.

Оскільки ціна агрегованого суспільного продукту залежить від різниці між попитом на нього та його пропозицією, то динаміка даної ціни описується рівнянням:

$$\frac{dp_A}{dt} = \theta_A \left[\sum_{i=0}^6 n_i Q_A \left(\frac{\alpha_i u_i}{p_A} \right) - n_4 F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right) \right], \quad (4.3.8)$$

де θ_A – сталий коефіцієнт регулювання ціни, що відображає інерційність ринку.

Швидкість зміни тарифу p_B за утилізацію одиниці решток (ціни знищення забруднювача) також залежить від різниці між попитом на виробничі рештки та їх загальною пропозицією:

$$\frac{dp_B}{dt} = \theta_B \left[n_4 S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right) - n_4 \lambda F_A \left(\frac{\gamma_4 u_4}{p_A} \right) \right], \quad (4.3.9)$$

де θ_B – сталий коефіцієнт регулювання ціни, що відображає інерційність ринку оплатного збуту виробничих решток на утилізацію,

$n_4 S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right)$ – загальний попит на виробничі рештки, який в нашому

випадку збігається із загальною пропозицією цих решток до утилізації.

Величина запасу (σ) виробничих решток (у г.о.) у власника допоміжних підприємств змінюється пропорційно до різниці між взятою до утилізації (попитом) та утилізованою кількістю решток, тому рівняння динаміки запасів решток має вигляд:

$$\frac{d\sigma}{dt} = \frac{\delta}{n_6} \left[n_4 S_{AB} \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_B} \right) - n_6 F_B \left(\frac{\gamma_6 u_6}{p_B} \right) \right] \quad (4.3.10)$$

де δ – коефіцієнт інерційності ринку решток. Можна вважати, що $\frac{d\sigma}{dt} = 0$, якщо $\sigma(t) \leq 0$.

Доповнимо систему рівнянь (4.3.1)-(4.3.10) початковими умовами (умовами Коші):

$$\begin{aligned} u_i(t_0) &= u_i^{(0)} \quad (i = \overline{0,6}), \quad p_A(t_0) = p_A^{(0)}, \\ p_B(t_0) &= p_B^{(0)}, \quad \sigma(t_0) = \sigma^{(0)} \end{aligned} \quad (4.3.11)$$

Таким чином, модель економічної динаміки з урахуванням економічної структури суспільства та екологізації виробництва побудована. В математичному плані дана модель є задачею Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь. Розв'язок моделі (4.3.1)-(4.3.10), що задовольняє умови (4.3.11), дозволяє спрогнозувати динаміку заощаджень для вибраних груп власників, робітників та споживачів, динаміку ціни основного (агрегованого) продукту та тарифу за утилізацію решток, а також динаміку запасів решток на допоміжних підприємствах, що в цілому дозволяє вивчити вплив економічної структури суспільства та екологізації виробництва на процеси виробництва, споживання та ціноутворення.

Зауважимо також, що у процесі побудови моделі (4.3.1)-(4.3.11) припускалось, що функції економічної поведінки (функції попиту, пропозиції, виробничі функції) відомі, тому при всіх конкретно заданих параметрах модель (4.3.1)-(4.3.11) може бути роз'язана, зокрема за допомогою відомих числових методів [110-112,125,126,128,131,134].

Зрозуміло, що апріорі вважається, що всі рівняння моделі та модель у цілому є коректними в математичному плані.

Зазначимо, що функцій економічної поведінки та питання ідентифікації параметрів моделі, з якими отримано адекватні якісні результати, описано у [125].

На основі описаної вище моделі можна запропонувати ряд інших моделей економіки з урахуванням процесів утилізації створеного забруднення та економічної структури суспільства. Наприклад, один з варіантів моделі, який можна взяти за базовий є модель односекторної економіки з урахуванням утилізації створеного забруднення та соціально-економічної структуризації одержуються з моделі, якщо припустити, що знищення створених забруднювачів здійснюється у нерозривному технологічному процесі, коли одночасно виробляється продукція і знищується забруднення.

Можливі також інші модифікації. У побудована модель, яка формалізує на рівні макроекономіки процеси еколого-економічної взаємодії з урахуванням економічної структури суспільства та природної асиміляції забруднення навколишнім середовищем.

У структурному плані моделі (4.3.1)-(4.3.11) можуть бути розширені та модифіковані, тобто вони є базою для створення інших моделей. Справа у тому, що всі ці моделі суттєво залежать від рівня структуризації людського суспільства, а найперше – від рівня розбиття економічно активного населення країни (чи регіону). Наприклад, рівняння динаміки заощаджень пенсіонерів (тобто тих людей, які з відомих причин уже не беруть участі у безпосередньому створенні агрегованого суспільного продукту та утилізації забруднення) у моделях (4.3.1)-(4.3.11) могли б бути і упущені, оскільки прямого впливу на рівняння динаміки власників капіталу чи забруднення вони не мають, але з іншого боку без цих рівнянь неможливо адекватно відобразити економічну структуру суспільства, адже кількість пенсіонерів як у нашій країні, так і в багатьох інших країнах світу достатньо значна.

Звичайно, можна було б також виділити групу пенсіонерів, які працюють. У цьому випадку треба було б вказані моделі доповнити рівнянням динаміки працюючих пенсіонерів, які, крім пенсії, отримують ще зарплатню. Все це привело б до нових варіантів моделей екологізації економіки з урахуванням економічної структури суспільства та умов збереження еколого-економічної рівноваги.

Сукупність моделей еколого-економічної взаємодії на рівні двосекторної економіки суттєво розшириться, якщо врахувати можливе забруднення, яке є побічним результатом процесу утилізації. Процес утилізації забруднення, що здійснюється у допоміжному секторі, є виробничим процесом, побічним результатом якого є також забруднення. У випадку, коли забрудненням (допоміжним, «вторинним») не можна знехтувати, тобто коли величина цього забруднення значна, є необхідність у розробці моделей двосекторної економіки з економічно структурованим суспільством та утилізацією забруднення, створеного як в основному, так і допоміжному секторі [49]. Такі моделі можна побудувати, модифікуючи основні співвідношення моделей двосекторної економіки, які відображають лише процес утилізації забруднення основного сектора. Урахування утилізації забруднення, створеного у допоміжному секторі змінює рівняння динаміки заощаджень власників допоміжних виробництв, тарифів на утилізацію, обсягів забруднення навколишнього середовища, а також умов еколого-економічної рівноваги, що залежить від балансу створеного і знищеного забруднення.

У [58] розглянуто ситуацію коли, крім власників, активним фінансовим донором є держава, яка підтримує процеси екологізації економіки, фінансує сектор B за рахунок держзамовлень на певний обсяг утилізації забруднення (наприклад, на утилізацію d одиниць забруднювачів).

Інші модифікації моделей пов'язані з модифікаціями функцій випуску, попиту тощо та деяких вихідних припущень, що безпосередньо впливають на

структуру рівнянь динаміки та їх параметрів. Однак такі модифікації повинні відображати специфіку об'єкта досліджень або його окремих складових.

Узагалі, практичне застосування всіх цих моделей в тій чи іншій мірі пов'язане з імітаційними експериментами, тому в загальному випадку ці моделі мають імітаційний характер, тобто їх можна віднести до класу імітаційних моделей.

Параметризацію моделі та її апробацію здійснено на основі статистичних і експертних даних Тернопільської області [61,140], а також результатів імітаційних експериментів з моделлю [90,125,126]. Числові значення параметрів конкретизовано у таблиці А.1 додатку А (вказано також методи ідентифікації параметрів). При цьому коригування параметрів моделі реалізовано з урахуванням економічно обґрунтованої тенденції зближення динаміки доходів і витрат учасників економіки, попиту і пропозиції основного продукту і відходів. Для проведення обчислювальних експериментів з моделлю розроблено відповідне програмне забезпечення.

На основі порівняння динаміки розв'язків моделі та динаміки статистичних показників, які фрагментарно в часі описують еколого-економічні процеси в регіоні, встановлено, що розроблена модель відображає основні чотири фази зміни еколого-економічних показників регіону: початкову високу продуктивність промислового виробництва та переробки відходів, тривале зниження цих показників, короткотривале їхнє зростання та виникнення тенденції їхньої стабілізації. Повторення цих фаз у розв'язках моделі та в статистичних даних підтверджує адекватність розробленої моделі.

Аналіз динаміки розв'язків моделі на середньотривалому проміжку часу показує, що дві пари динамічних змінних суттєво залежать від малих змін обсягів витрат на виробництво та переробку відходів. Так, динаміка заощаджень власників малих та великих виробничих підприємств залежить від співвідношення їхніх витрат на переробку відходів. Так само динаміка заощаджень власників великих (малих) промислових і утилізаційних

підприємств суттєво залежить від співвідношення обсягів їхніх витрат на виробничі потреби та переробку відходів. Тобто, в досліджуваній еколого-економічній системі можливі такі напрями змін, за яких фінансова спроможність учасників економіки з низькою та високою фінансовою спроможністю зростає або спадає. Ця закономірність повторюється у групах власників малих та великих утилізаційних підприємств (УП). Такі обставини відповідають передумові наближення досліджуваної еколого-економічної системи до певного стану рівноваги, в якому будуть більші обсяги переробки відходів. Так виникає своєрідне «недостатнє насичення ринку» послугами з переробки відходів.

Досліджено довготривалий прогнозний розв'язок моделі. На основі його аналізу встановлено такі висновки. Приблизно через десятиліття (за незмінних економічних умов) у досліджуванні економіці суттєво зросте темп збільшення фінансової спроможності малих утилізаційних підприємств. Обсяги споживання зростуть лише у групах власників утилізаційних підприємств та малих основних підприємств. Заощадження всіх груп громадян зі сталими доходами зростатимуть, але їхня купівельна спроможність спадатиме. Це зумовлено високим темпом зростання ціни товару. На цій підставі зроблено припущення, що для подолання цього ефекту та стабілізації співвідношень між основними та утилізаційними підприємствами в економіці досліджуваного регіону необхідно відновити діяльність великих основних підприємств.

Зміна початкових умов моделі зумовлює виникнення специфічних гребінчастих залежностей середніх значень її динамічних змінних від цих початкових умов. Такі гребінчасті залежності виникають внаслідок зміни початкової величини заощаджень та зміни ставок оподаткування. Є підстави пов'язувати такі функціональні гребінчасті залежності з проявами тимчасової нестабільності, короткотривалими переходами системи з одного стану в інший, що зумовлено зовнішніми фінансовими впливами на досліджувану еколого-економічну систему.

Зміна витрат на особисте споживання, на оплату переробки відходів та витрат на виробничі потреби зумовлює ситуації, коли учасники різних секторів економіки мають спільні інтереси, в цьому проявляється своєрідна кооперація, яка приводить до солідаризації відповідних груп учасників економіки. Або, навпаки – учасники груп мають протилежні інтереси, в цьому проявляється конкуренція, яка призводить до розрізнення соціальних інтересів між такими групами учасників економіки: робітниками основних підприємств (ОП) і УП і власниками малих та великих ОП та УП. За певної структури витрат фінансові процеси в економіці та екологічні процеси докільля є спрямованими до взаємної рівноваги, вираженої, зокрема, високою фінансовою спроможністю учасників економіки та малою кількістю відходів. Так само за іншої структури витрат виникає порушення рівноваги між економічними та соціальними інтересами. Переважають або економічні інтереси (висока фінансова спроможність за низького темпу переробки відходів), або екологічні (мало відходів за низької продуктивності економіки). Також виникають обставини, за яких вирішення екологічних інтересів фінансують лише учасники деяких економічних груп, здебільшого – робітники промислових підприємств, власники малих підприємств, громадяни зі сталим доходом. При цьому досліджувана еколого-економічна система є «соціально-орієнтованою», «екологічно-орієнтованою», або «зрівноваженою за паритетом економічних та екологічних інтересів». Зміна частки виробничих витрат також приводить до стрибкоподібної зміни фінансових та екологічних показників. Тобто, зміна названих вище напрямів орієнтації еколого-економічної системи відбувається стрибкоподібно.

Витрати на переробку відходів приводять до утворення «ситуативних» обставин, коли одним учасникам економіки вигідно збільшувати (зменшувати) ці показники, а іншим – змінювати їх в протилежну сторону. Цей ефект є ширшим за конкуренцію, адже він стосується державного регуляторного впливу, протекціонізму та екологічних інтересів докільля.

Зміна ставок оподаткування (крім зміни фінансових показників) зумовлює ефект спільних інтересів двох різних груп учасників економіки, зокрема робітників УП і власників малих ОП. Також зміна податкової ставки приводить до того, що стратегічні інтереси двох груп учасників економіки є спільними, а їхні тактичні (оперативні) інтереси є протилежними. Така розбіжність між стратегічними й тактичними інтересами охоплює фінансові й екологічні аспекти. Крім того, зміна ставки оподаткування зумовлює зміщення фінансових показників між різними учасниками економіки. Надмірно великі ставки податків зумовлюють своєрідне «розщеплення» соціальних груп, яке проявляється сильними відмінностями у трендах їх заощаджень. Зокрема, такий надмірний фіскальний тиск призводить до втрати зрівноваженості економічних процесів в окремому секторі економіки. З цього випливають висновки щодо відповідного обмеження ставок оподаткування.

На прикладі моделювання зміни зарплати виявлено економічні коливання на межі прожиткового мінімуму декількох груп учасників економіки, які по чергово призводять до зниження (підвищення) фінансової спроможності робітників, власників малих підприємств, та громадян зі сталими доходами. Такий тип нестійкості позначається на співвідношенні між соціально-економічними й екологічними пріоритетами.

Зміна параметрів, які імітують мобільність ринкової інфраструктури, приводить до виникнення специфічного соціально-економічного й екологічного протиріччя між власниками ОП та УП з одного боку та всіма іншими групами громадян зі сталою зарплатою та довіллям з іншого боку. Розрізнення екологічних та економічних інтересів також сильно залежить від накладних виробничих витрат, які імітують ефективність управління. Зокрема, виникає ефект «результативного менеджменту» стосовно еколого-економічної системи, коли кількість відходів мала як за високої, так і за низької фінансової спроможності виробників та споживачів. Також внаслідок

зміни витрат на організаційне управління можливе виникнення еколого-економічної нестійкості.

На основі обчислювальних експериментів встановлено, що зміна інтенсивності самоочищення довкілля не лише позначається на кількості відходів. Вона також зумовлює соціально-екологічний конфлікт між власниками ОП, власниками УП, учасниками всіх груп зі сталими доходами. Це прояснює, чому в досліджуваній еколого-економічній системі немає програм щодо підвищення інтенсивності самоочищення довкілля, хоча такий процес у стратегічній перспективі є корисним для економіки та навколишнього середовища.

Зміна початкових умов моделі еколого-економічної системи імітує зовнішні фінансові або екологічні впливи. Зміна початкових умов моделі в певних обмежених значеннях слабо позначається на динаміці її розв'язків, але зумовлює виникнення характерних гребінчастих залежностей фінансових показників моделі від початкового значення заощаджень. Такі залежності є виявом нестабільності, яка також проявляється внаслідок малих змін зарплати та деяких ставок оподаткування.

Виконаний комплекс обчислювальних експериментів показує, що параметри досліджуваної моделі мають складний вплив на динаміку її розв'язків. За певних значень цих параметрів в досліджуваній еколого-економічній системі виникає рівновага між економічними показниками господарства та екологічними показниками довкілля, що відповідає гармонії взаємодії господарства та природного середовища.

Крім того, мала зміна певних параметрів досліджуваної моделі еколого-економічної системи приводить до зміни типу динаміки її розв'язків. Переважно монотонну зміну розв'язків змінюють коливання, які відбуваються на межі між споживанням на рівні прожиткового мінімуму та споживанням на рівні середніх потреб.

У результаті параметричного чи енергетичного впливу на еколого-економічну систему, в ній виникають економічні та екологічні процеси, які є

бажаними, корисними або навпаки – некорисними, шкідливими у соціальному та екологічному сенсі. Зокрема, соціально корисними є процеси вирівнювання заощаджень різних груп учасників економіки. Соціально шкідливими – поглиблення різниці між фінансовою спроможністю різних груп учасників економіки. Екологічно корисними є процеси зменшення обсягу відходів, і навпаки – екологічно шкідливим є накопичення не перероблених решток. Проте зміна параметрів моделі (параметричний та енергетичний вплив на еколого-економічну систему) приводить до протилежно-направлених наслідків. Так, в одних випадках відбувається вирівнювання соціальної структури суспільства внаслідок збільшення забруднення довкілля. В інших – повне перероблення відходів супроводжується посиленням соціально-економічної нерівності. А також – можливі сценарії зміни параметрів, які одночасно приводять до покращення або погіршення соціально-економічних показників та екологічних показників довкілля.

Схематично описаний вплив зміни параметрів еколого-економічної моделі на її розв'язки показано на рис. 4.3.1. Параметричний вплив на модель задають структурою витрат коштів, а також – витратами на модернізацію обладнання та покращення ресурсів довкілля щодо самоочищення. Силовий вплив задають за допомогою прямої зміни фінансової спроможності учасників економіки, а також – через фінансування витрат на покращення технологій та екологічних можливостей самоочищення довкілля. Зовнішній вплив на еколого-економічну систему приводить до економічних та екологічних наслідків, які з позиції соціальних та екологічних критеріїв є бажаними або шкідливими.

Для того, щоб досягнути бажаного напрямку еколого-економічних процесів, які відбуваються в досліджуваній еколого-економічній системі, необхідно на основі відомого впливу окремих її параметрів на динаміку розв'язків моделі вибрати сценарій зміни параметрів, визначити бажану інтенсивність зміни цих параметрів з часом і впровадити таку зміну параметрів в реальне управління.

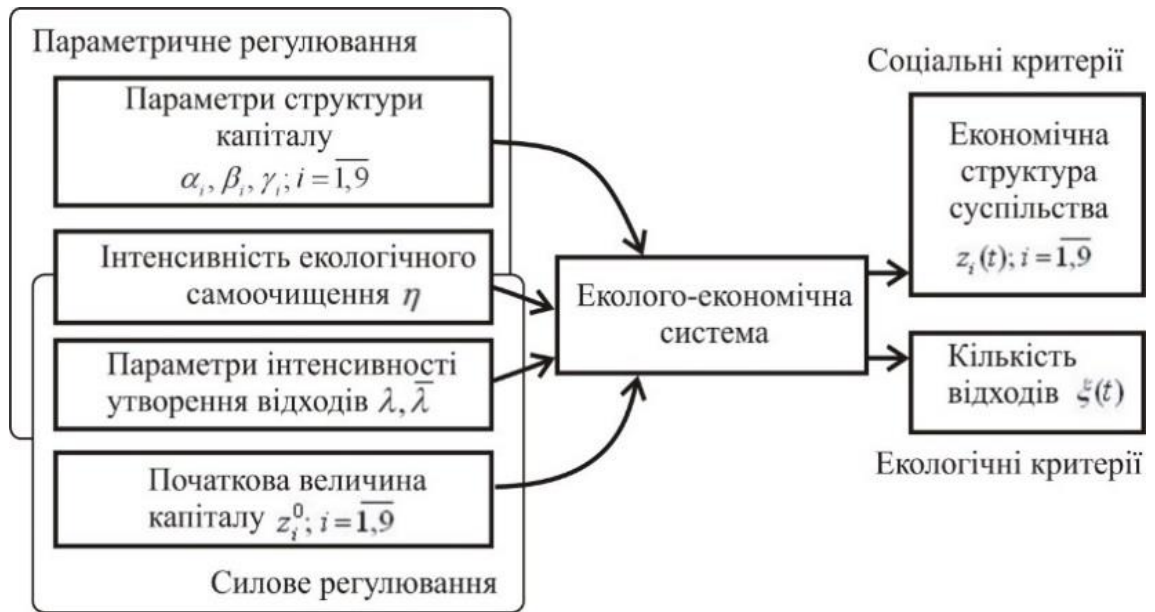


Рис. 4.3.1. Схема соціально-економічної та екологічної реакції еколого-економічної системи на зовнішній параметричний та силовий вплив

Ці висновки та рекомендації часто мають загальний характер і стосуються процесів еколого-економічної взаємодії будь-якого рівня агрегування, зокрема встановлено, що суспільство та держава повинні брати активну участь у процесах екологізації економіки, впливати на структуру витрат власників ОП і УП та динаміку інфляційних процесів, вживати заходів щодо відновлення діяльності великих підприємств, стимулювати розвиток малих підприємств та малого і середнього бізнесу у цілому, приймати оперативні заходи стосовно досягнення певної ринкової рівноваги між малими та великими підприємствами на деяких часових інтервалах, встановлювати економічно обґрунтовані частки витрат підприємців і громадян на утилізацію відходів та ставки податків тощо. Крім того, держава повинна ефективно використовувати особливості впливу різних чинників (наприклад цін і тарифів) на розвиток економіки, встановлювати економічно обґрунтовані екологічні стандарти, домагатися збалансованої динаміки рівня життя своїх громадян та створювати умови для солідаризації всіх суспільних груп у плані еколого-економічної політики та побудови суспільства сталого розвитку.

4.4. Макромодель коливання валютного курсу та його впливу на сучасний стан економіки України

Валютний курс має великий вплив на соціально-економічний розвиток країни і, відповідно, є важливим показником стабільності фінансового ринку. Проблема забезпечення стабільності валютного курсу є одною з основних проблем створення сприятливих умов для розвитку вітчизняної економіки.

Валютним курсом є ціна одиниці іноземної валюти, виражена у національній грошовій одиниці. Оскільки валютний курс формується під впливом попиту і пропозиції на відповідному ринку, то, відповідно, ціна валюти прямо залежить від попиту на неї, а обернено – від пропозиції на валютному ринку. Попит на національну валюту визначається попитом на вітчизняний експорт, по-друге її пропозиція – попитом на вітчизняний імпорт товарів та послуг. Якщо український експорт збільшується, то іноземні покупці збільшують попит на гривню, а якщо зростає вітчизняний імпорт, то наші покупці збільшують пропозицію гривні.

Зміни валютного курсу суттєво впливають на розвиток макроекономічних процесів у національній економіці та на зовнішньоекономічні позиції країни. Від валютного курсу залежить стан платіжного балансу, зовнішньої торгівлі, рух довгострокових та короткострокових капіталів тощо [99]. При зниженні курсу національної валюти експортери можуть реалізовувати продукцію за нижчими від світових цінами. Відповідно це призведе до збільшення експорту. Але зниження курсу національної валюти паралельно призведе і до зменшення імпорту, оскільки ціни на імпортні товари підвищаться, а це, в свою чергу, призведе до зростання цін в країні, і як наслідок зменшить імпорт. При таких умовах обсяг вітчизняного виробництва збільшиться і це призведе до економічного зростання та підвищення добробуту населення. Прибутки, які отримують іноземні інвестори в валюті країни, де знизився курс стає не вигідно вивозити, і тому ці прибутки реінвестують або використовують для закупівлі

вітчизняних товарів для подальшого експорту. Зниження курсу національної валюти має також і негативний наслідок, яким є збільшення обсягу державного боргу, який був виражений в іноземній валюті.

Підвищення курсу національної валюти сприятиме зменшенню експорту товарів, оскільки ціни на національні товари підвищуються. Кількість імпортованих товарів збільшується з метою перепродажу їх за високими цінами, що призводить до занепаду вітчизняного виробника. Відбувається вивезення прибутків іноземних інвесторів. Сума боргу, вираженого в іноземній валюті зменшується, оскільки вона знецінюється.

Коливання курсу валют також можуть впливати на національну економіку таким чином:

- падіння курсу національної валюти може служити одним із факторів розвитку інфляції в країні;
- різко зростають ризики в міжнародній торгівлі й інвестиціях, що значно ускладнює поточне і перспективне планування зовнішньоекономічних операцій;
- підвищується імовірність дестабілізуючих дій спекулянтів, що може привести до великих економічних витрат внаслідок значного перевищення прибутковості спекулятивних операцій над середньою нормою прибутку в економіці.

З огляду на вищезазначене, можна стверджувати, що коливання валютного курсу впливають на співвідношення експортних та імпортних цін, конкурентоспроможність фірм, прибуток підприємств. Різкі коливання посилюють нестабільність міжнародних економічних, зокрема валютно-кредитних та фінансових відносин, спричиняють негативні соціально-економічні наслідки. Збільшення курсу гривні до курсу американської та європейської валют сприяє втраті українцями значної частини їх валютних заощаджень.

У нашій країні зміна курсу валют суттєво залежить від особливої структури економіки, в якій значна частина експорту – це товари з низьким

ступенем перероблення сировини, а імпорт – це споживчі товари, які витісняють з роздрібних ринків товари національного виробництва. Невисока продуктивність національного виробництва, специфічна залежність сучасної економіки України від експорту й імпорту, значний вплив курсу іноземних валют на накопичення, – все це приводить до того, що курси іноземних валют мають суттєвий вплив на національне валове виробництво.

З уваги на це побудуємо модель впливу курсу валют на економіку з великою часткою експорту сировинної продукції й імпорту споживчої продукції [18].

Будемо вважати, що суспільство складається з 6-ти груп учасників економіки. Це пенсіонери (їх кількість n_0), робітники (n_1), працівники освіти, культури, медицини (n_2), службовці (n_3), власники малих підприємств (n_4), власники великих підприємств (n_5). Вони мають заощадження u_i ($i = \overline{0,5}$). Будемо вважати, що заощадження членів різних груп неоднакові, а в межах групи – рівні для всіх її учасників. Всі виробники і споживачі витрачають частку α_i ($i = \overline{0,5}$) своїх заощаджень на споживання одного агрегованого продукту за ціною p_a . Власники підприємств витрачають частку β_i ($i = \overline{4,5}$) своїх заощаджень на виробництво агрегованого споживчого продукту. Власники великих підприємств витрачають частку γ_5 своїх заощаджень на виробництво продукту на експорт, за ціною p_b , яка залежить від курсу валют $\eta = \eta(t)$, частку заощаджень δ_5 на купівлю імпортованого споживчого продукту, який на внутрішньому ринку продається за ціною p_a . Вартість імпортованого продукту при його закупівлі у іноземних виробників рівна p_c і залежить від курсу $\eta(t)$. Зауважимо, що $\alpha_i = 1$ при $i = \overline{0,3}$; $\alpha_i + \beta_i = 1$ при $i = \overline{0,4}$; $\alpha_5 + \beta_5 + \gamma_5 + \delta_5 = 1$.

Агрегований продукт виробляють малі та великі підприємства.

Кількість виробленого агрегованого продукту описує виробнича функція $F_a(\beta_i u_i / p_a)$, яка залежить від капіталозабезпечення $\beta_i u_i / p_a$ ($i = 4, 5$).

Експортований сировинний продукт виробляють великі підприємства. Його кількість описує виробнича функція $F_b(\gamma_5 u_5 / p_b)$, яка залежить від капіталозабезпечення $\gamma_5 u_5 / p_b$.

Кількість імпортованого продукту описує функція $S_c(\delta_5 u_5 / p_c)$, яка залежить від фінансової спроможності імпортерів - власників великих підприємств $\delta_5 u_5 / p_c$. Функція S_c має властивості функції споживання. Попит на агрегований продукт задається функцією попиту $Q_a(\alpha_i u_i / p_a)$, $i = \overline{0, 5}$.

Споживачі зі сталим доходом отримують зарплату (чи пенсію) s_i ($i = \overline{0, 3}$), з якої сплачують податок κ_i ($i = \overline{0, 3}$), $\kappa_0 = 0$. Власники підприємств сплачують податок κ_i^1 ($i = 4, 5$) на фонд заробітної плати і податок κ_i^2 ($i = 4, 5$) на дохід. Виробники зазнають накладних виробничих витрат λ_i^F ($i = 4, 5$) та накладних витрат при імпортуванні λ_i^S ($i = 5$).

Побудуємо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень u_i громадян зі сталим доходом s_i пропорційна різниці між цим доходом, зменшеним на податок κ_1 для непенсіонерів, та видатками на споживання агрегованого продукту:

$$\frac{du_i}{dt} = s_i(1 - k_i \kappa_1) - p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a), \quad (4.4.1)$$

де $k_0 = 0$; $k_i = 1$ $i = \overline{1, 3}$.

Для того, щоб побудувати рівняння заощаджень власників, потрібно ввести коефіцієнти

$$D_4 = \frac{\beta_4 u_4}{\beta_4 u_4 + \beta_5 u_5 + \gamma_5 u_5}, \quad D_5^\beta = \frac{\beta_5 u_5}{\beta_4 u_4 + \beta_5 u_5 + \gamma_5 u_5}, \quad D_5^\gamma = \frac{\gamma_5 u_5}{\beta_4 u_4 + \beta_5 u_5 + \gamma_5 u_5},$$

які задають частки ринку праці для малих і великих підприємств та коефіцієнти

$$D_4^* = \frac{\beta_4 u_4}{\beta_4 u_4 + (\beta_5 + \delta_5) u_5}, \quad D_5^* = \frac{(\beta_5 + \delta_5) u_5}{\beta_4 u_4 + (\beta_5 + \delta_5) u_5},$$

які визначають частки ринку збуту продукції (сюди входить також закуплена імпортна продукція) для малих і великих підприємств.

Швидкість зміни заощаджень власників малих підприємств u_4 пропорційна різниці між їхнім доходом від збуту агрегованого продукту та видатками на зарплату робітниками, на виробничі потреби та на особисте споживання:

$$\begin{aligned} \frac{du_4}{dt} = & \frac{D_4^*}{n_4} (1 - \kappa_4) \sum_{i=0}^5 n_i p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a) - p_a Q_a(\alpha_4 u_4 / p_a) - \\ & - D_4 \frac{n_1}{n_4} (1 + \kappa_4^1) s_1 - (\kappa_4^2 + \lambda_4^F) p_a F_a(\beta_4 u_4 / p_a). \end{aligned} \quad (4.4.2)$$

Швидкість зміни заощаджень власників великих підприємств пропорційна різниці між доходом від збуту агрегованого продукту (як внутрішнього, так і імпортного) та видатків на закупівлю імпортного продукту, зарплатню робітникам і податок на фонд заробітної платні, податок на додану вартість та накладні виробничі витрати:

$$\begin{aligned} \frac{du_5}{dt} = & \frac{D_5^* (1 - \kappa_4)}{n_5} \sum_{i=0}^5 n_i p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a) + \eta(t) p_b (1 - \kappa_5) Q_b(t) - p_a Q_a(\alpha_5 u_5 / p_a) - \\ & - (1 + \lambda_5^s) \eta(t) p_c S_c(\delta_5 u_5 / p_c) - \left[D_5^\beta \frac{n_1}{n_5} (1 + \kappa_5^1) s_1 + (k_5^2 + \lambda_5^F) p_a F_a(\beta_5 u_5 / p_a) \right] - \\ & - \left[D_5^\gamma \frac{n_1}{n_5} (1 + \kappa_5^1) s_1 + (k_5^2 + \lambda_5^F) p_b F_b(\gamma_5 u_5 / p_b) \right], \end{aligned} \quad (4.4.3)$$

де функція $Q_b(t)$ описує збут сировинної продукції на іноземних ринках (ціни p_b , p_c виражено в іноземній валюті).

Швидкість зміни ціни агрегованого споживчого продукту p_a пропорційна різниці між обсягами попиту на неї й розміром її пропозиції, і

пропорційна різниці між ціною продукції на внутрішньому ринку та її ціною на зовнішньому ринку p_c з урахуванням торгової націнки:

$$\frac{dp_a}{dt} = \theta_a^1 \left[\sum_{i=0}^5 n_i Q_a \left(\frac{\alpha_i u_i}{p_a} \right) - n_4 F_a \left(\frac{\beta_4 u_4}{p_a} \right) - n_5 F_a \left(\frac{\beta_5 u_5}{p_a} \right) \right] \cdot [\mu p_c \eta(t) - p_a], \quad (4.4.4)$$

де θ_a^1 - параметр, який описує інерційність ринку, μ – коефіцієнт, який відображає торгову націнку при імпорті споживчої продукції ($\mu > 1$); $\eta(t)$ – валютний курс в одиницях виміру, заданих відношенням вартості національної валюти до іноземної; p_c – ціна імпортованого споживчого товару на міжнародному ринку в іноземній валюті.

Рівняння (4.4.4) описує ціноутворення на споживчому ринку в умовах відкритої економіки. Ціна споживчого товару слабо (повільно) змінюється в залежності від співвідношення попиту та пропозиції, та різко змінюється в залежності від ціни товару на міжнародному ринку та курсу валюти.

Швидкість зміни ціни експортованої сировинної продукції p_b змінюється пропорційно різниці між обсягами її потреб на зовнішньому ринку $Q_b(t)$ та обсягами її виробництва національними імпортерами:

$$\frac{dp_b}{dt} = \theta_b [Q_b(t) - n_5 F_b(\gamma_5 u_5 / p_b)], \quad (4.4.5)$$

де θ_b – параметр, що описує інерційність ринкового ціноутворення; $Q_b(t)$ – обсяги потреб у сировинній продукції на зовнішніх ринках.

Швидкість зміни ціни імпортованої споживчої продукції при її закупівлі на зовнішньому ринку пропорційна різниці між пропозицією цієї продукції для національних імпортерів $F_c(t)$ та обсягами імпорту $S_c(\delta_5 u_5 / p_c)$, залежними від фінансової спроможності імпортерів:

$$\frac{dp_c}{dt} = \theta_c [n_5 S_c(\delta_5 u_5 / p_c) - F_c(t)], \quad (4.4.6)$$

де θ_c – параметр, що описує інерційність ринку; $F_c(t)$ – пропозиція споживчої продукції на зовнішньому ринку для імпорту в окрему національну економіку.

Швидкість зміни курсу валют пропорційна різниці між розміром імпорту та експорту:

$$\frac{d\mu}{dt} = \theta_\mu [n_5 Q_b(t) - n_5 S_c(\delta_5 u_5 / p_c)], \quad (4.4.7)$$

де θ_μ – параметр, що описує інерційність курсу валют щодо зміни торгового сальдо.

Рівняння (4.4.1)-(4.4.7) мають єдиний розв'язок за початкових умов

$$u_i^0 = u_i(t_0) \quad (i = \overline{0,5}); \quad p_k^0 = p_k(t_0) \quad (k = a, b, c);$$

$$\mu_0 = \mu(t_0). \quad (4.4.8)$$

Система рівнянь (4.4.1)-(4.4.7) з початкових умов (4.4.8) описує макроекономічну модель економіки з сильною експортно-імпортною залежністю.

Змодельована економіка залежить від трьох зовнішніх чинників, на котрі не впливає національна економіка – це попит на експортовану сировинну продукцію $Q_b(t)$, пропозиція споживчої продукції імпортованої в національну економіку $F_c(t)$. За низької фінансової спроможності національних виробників валютний курс μ також слабо залежить від впливів національної економіки.

Розв'язки розробленої моделі імітують процеси в економіці з сильною експортно-імпортною залежністю. Зокрема, модель (4.4.1)-(4.4.7) відображає залежність динаміки валового виробленого продукту від валютного курсу.

Для опису впливу курсу валют на валове виробництво застосуємо метод макромоделювання [110,112]. Структуру моделі виберемо в формі таких рівнянь:

$$\frac{dy_0}{dt} = y_1; \quad \frac{dy_1}{dt} = y_2; \quad \frac{dy_2}{dt} = P_y(y_0, y_1, y_2, v_0, v_1, v_2);$$

$$\frac{dv_0}{dt} = v_1; \frac{dv_1}{dt} = v_2; \frac{dv_2}{dt} = P_v(y_0, y_1, y_2, v_0, v_1, v_2), \quad (4.4.9)$$

де y_0, v_0 – відповідно модельні значення валового виробництва і курсу валют; y_i, v_i ($i=1,2$) – відповідні похідні; P, P_v – поліноми багатьох аргументів, параметри яких встановлено з допомогою методу, описано в [111]. Параметри моделі (4.4.9) ідентифіковано за щотижневими значеннями валового показника виробництва і курсу валют, які встановлено з допомогою інтерполяції відповідних даних.

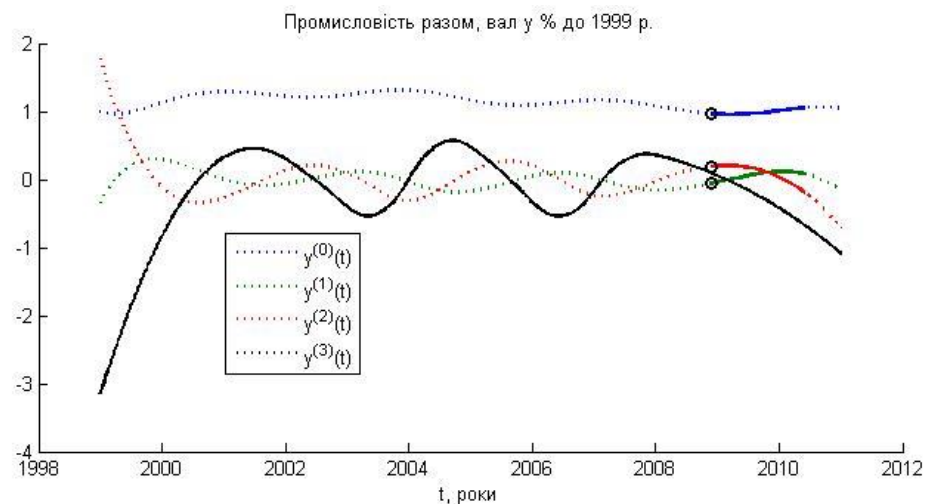


Рис. 4.4.1. Графіки модельованих значень валового показника виробництва $y^{(i)}(t)$ (красками) та їхніх модельних наближень $y_i(t)$

Розв'язок моделі (4.4.9) знайдено на області ідентифікації $t \in [1999, 2011]$. На рис. 4.4.1 показано графіки модельованих значень валового виробництва $y^{(i)}(t)$ та їхніх модельних наближень $y_i(y)$ ($i=0,1,2$). Ці графіки показують, що модель (4.4.9) має точність, прийнятну для дослідження динамічної залежності між валовим обсягом виробництва та курсом валют.

Для дослідження впливу курсу валют на динаміку валового виробництва застосуємо неавтономну модель з такою структурою

$$\frac{dy_0}{dt} = y_1; \frac{dy_1}{dt} = y_2; \frac{dy_2}{dt} = P_y(y_0, y_1, y_2, v, v', v''), \quad (4.4.10)$$

де P_y – поліном багатьох аргументів; y_0 – моделююче значення показника валового виробництва; v, v', v'' – відповідно значення курсу валют, його першої та другої похідних.

Для дослідження впливу курсу євро на обсяг промислового виробництва в Україні знайдено розв'язки неавтономної моделі (4.4.10) при різних (гіпотетично можливих, допустимих) значеннях курсу євро $v_0 = v_0(t)$, де $t \in [2008.3, 2011]$. Результати цих експериментів показано на рис. 4.4.2-4.4.4.

На рисунку 4.4.2 показано графіки розв'язку моделі (4.4.10) при збільшенні курсу євро на 3 відсотки, починаючи з дати $t = 2008.3$ (року). З цього рисунку випливає, що збільшення курсу євро (на 3 відсотки) приводить спершу до сповільнення спаду виробництва, а пізніше – до його піднесення, яке тривало два роки. Далше розпочалося стрімке зменшення обсягів виробництва.

Результати обчислювального експерименту, в якому змодельовано збільшення курсу євро на 17 відсотків, показано на рисунку 4.4.3. Порівнюючи графіки на рисунках 4.4.2 і 4.4.3, зауважимо, що підвищення курсу євро прямо впливає на короткочасне збільшення обсягів виробництва. Тривалість короткочасного збільшення обсягів виробництва становить 2 роки. Разом з тим, на більш тривалому проміжку часу підвищення курсу євро викликає обернений ефект.

Зменшення курсу євро на 1 відсоток приводить до тимчасового скорочення обсягів загального виробництва тривалістю приблизно 1.2 роки (рис. 4.4.4). Зменшення курсу євро приводить до того, що мінімум спаду виробництва настає пізніше (абсциса мінімуму реальних значень $y(t)$ (крапками) лежить лівіше за абсцису мінімуму модельних значень $y_0(t)$ – суцільна лінія). Це пояснюється тим, що дотична до кривої $y_0(t)$ (суцільна

лінія), проведена в точці $t = 2009.5$, має вищий кутівий коефіцієнт нахилу, ніж дотичні до лінії $y(t)$ реальних значень (відображених крапками).

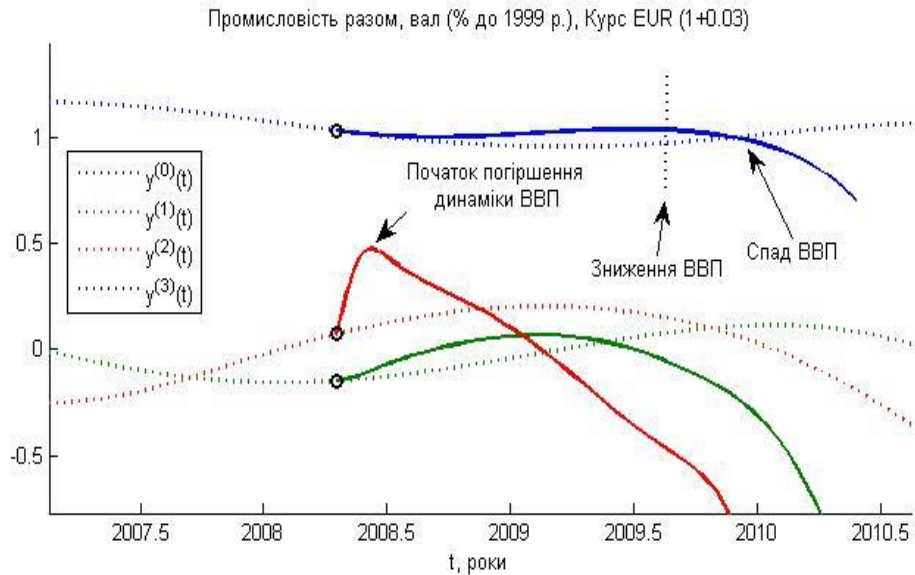


Рис. 4.4.2. Графіки модельованих значень валового показника виробництва $y^{(i)}(t)$ (крапками) та їхні модельні наближення $y_i(t)$ ($i = 0,1,2$), знайдені із (4.4.10) при збільшенні курсу євро на 3 відсотки

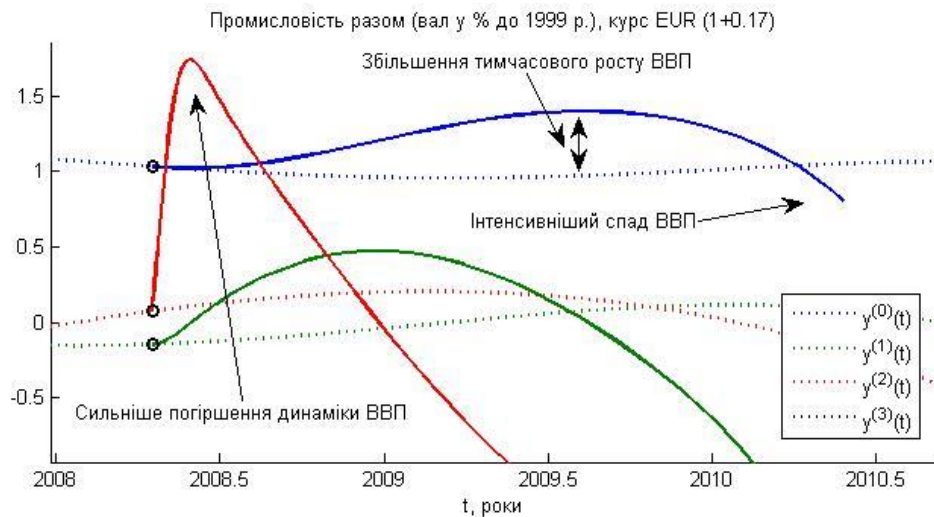


Рис. 4.4.3. Графіки модельованих значень валового показника виробництва $y^{(i)}(t)$ (крапками) та їхні модельні наближення $y_i(t)$ ($i = 0,1,2$), знайдені із (4.4.10) при збільшенні курсу євро на 17 відсотків

Порівнюючи графіки на рис. 4.4.2, 4.4.3 і графіки на рисунку 4.4.4 приходимо до таких висновків. Зміна курсу євро має короткотривалий і довготривалий вплив на валові показники виробництва. Протягом коротких проміжків часу зміна курсу євро приводить до однонаправленої зміни обсягів виробництва. Тривалість такого впливу становить 2 роки при збільшенні курсу і 1.2 роки при його зменшенні. Протягом більш тривалих проміжків часу зміна курсу євро викликає протилежну зміну обсягів виробництва. Ця закономірність відповідає стану економіки 1999-2011 років.

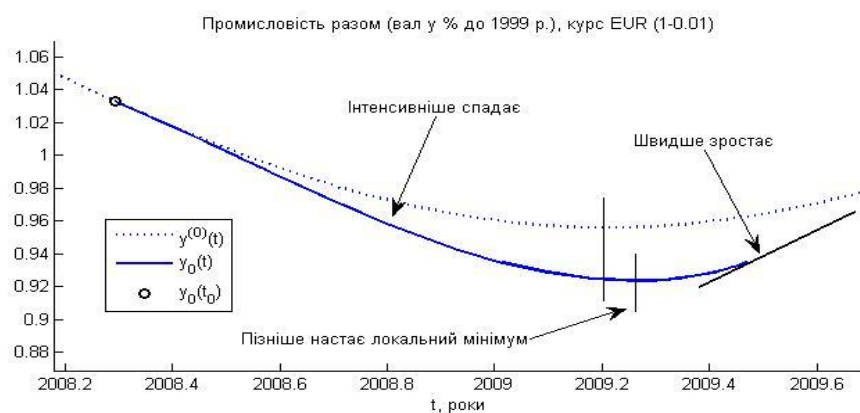


Рис. 4.4.4. Графіки модельованих значень валового показника виробництва $y(t)$ (крапками) та його модельне значення $y_0(t)$, знайдене із розв'язку (4.4.10) при зменшенні курсу євро на 1 відсоток

Порівнюючи графіки на рис. 4.4.2, 4.4.3 і графіки на рисунку 4.4.4 приходимо до таких висновків. Зміна курсу євро має короткотривалий і довготривалий вплив на валові показники виробництва. Протягом коротких проміжків часу зміна курсу євро приводить до однонаправленої зміни обсягів виробництва. Тривалість такого впливу становить 2 роки при збільшенні курсу і 1.2 роки при його зменшенні. Протягом більш тривалих проміжків часу зміна курсу євро викликає протилежну зміну обсягів виробництва. Ця закономірність відповідає стану економіки 1999-2011 років.

Зіставляючи спостереження, отримані з допомогою обчислювальних експериментів з макромоделлю (4.4.10) валового виробництва, та результати,

отримані з моделі (4.4.1)-(4.4.7) про два види торгового зв'язку економіки України з міжнародним ринком (імпорт споживчих товарів, експорт сировини), приходимо до висновку, що валютний вплив на економіку пов'язаний з двома видами зовнішньої торгівлі.

Справді, експорт сировини пов'язаний з діяльністю великих підприємств, і він не стосується споживчих інтересів більшості громадян. Зниження ціни продаж сировини є ідентичне зниженню курсу валют, а це означає збільшення продажу, і, відповідно, – збільшення валового виробництва. Тобто, протилежно-направлений вплив зміни курсу на обсяг виробництва пов'язаний з експортом сировини, і він закономірно проявляється через довші проміжки часу, що є наслідком значної інерційності міжнародних сировинних ринків. Практично ця інерційність проявляється в тривалості угод постачання сировини, в наперед визначених цінах за неї, в обмеженні швидкості зміни цих цін, передбачених відповідними законами чи міжнародними договорами. Тобто, довготривалий протилежний вплив курсу валют на обсяги виробництва передусім пов'язаний з національною особливістю сучасної економіки України – значною часткою сировинного експорту у валовому виробництві. Причому, цей експорт дає наповнення бюджету, що має вплив на споживання на внутрішньому ринку.

Імпорт споживчої продукції пов'язаний з діяльністю підприємств-імпортерів. Часто це ті ж підприємства, що експортують сировину. Обсяги цього імпорту обернено залежать від купівельної спроможності споживачів. Чим більший імпорт споживчої продукції, тим гірший валютний баланс країни, тим вищий курс іноземної валюти, тим дорожчий імпортований продукт на споживчому ринку. Натомість ціна споживчого продукту національного виробництва може бути нижчою, що прямо впливає на обсяги його споживання. Так виникає ситуація, що збільшення курсу веде до скороченням імпорту споживчої продукції. Внаслідок цього виникає платоспроможний попит на власну споживчу продукцію та збільшення її

виробництва. Тобто, протягом коротких проміжків часу (які відповідають процесам на споживчому, роздрібному ринку) зміна курсу євро має однонаправлений вплив на зміну обсягів виробництва. А саме – збільшення курсу євро (через ріст фінансової спроможності імпортерів) веде до скорочення імпорту споживчих товарів. І навпаки – зменшення курсу євро (через спад фінансової спроможності імпортерів) веде до збільшення імпорту споживчих товарів.

Оскільки за сучасних умов експортери сировинної продукції одночасно є імпортерами споживчих товарів, тому для них доцільно вибрати такий курс валют, при якому вони досягають найбільшого сумарного прибутку від цих двох видів діяльності.

Також не менш важливим показником, ніж зміна фізичних обсягів експорту і імпорту, є показник «умови торгівлі» – відношення експортних і імпорتنих цін для даної країни. Так, зміна курсу валюти на 1% призводить до зміни імпорتنих цін на 0,8% і експортних – на 0,1-0,6% в залежності від країни. Отже, за рівних умов зниження курсу національної валюти погіршує «умови торгівлі», а його підвищення – покращує. Ці фактори в сукупності визначають вплив валютного курсу на торговий баланс країни.

Описані вище експерименти показують, що гіпотетична зміна курсу євро в сторону збільшення або зменшення курсу євро веде до суттєвої зміни тенденції показника валового виробництва.

Саме вирішальну роль у стабілізації валютного курсу відіграє державне регулювання, яке спрямоване на подолання негативних наслідків ринкового регулювання валютних відносин і на досягнення сталого економічного зростання, рівноваги платіжного балансу, зниження росту безробіття та інфляції в країні. У сфері валютного регулювання необхідно приділити більшу увагу процесу курсоутворення, захистити ступінь конвертованості національної грошової одиниці, підвищити регулювання платіжної функції іноземної валюти, покращити організацію внутрішнього валютного ринку, збільшити нагляд за банківською діяльністю з валютними цінностями,

посилити регулювання процесів утворення та руху валютного капіталу, встановити певний режим та обмежити вивіз та ввезення через кордон валютних цінностей.

Проте, розкрита вище орієнтація курсової політики на інтереси великих експортерів-імпортерів дає підстави припускати, що вона не вповні відповідає стратегії створення малих й середніх підприємств, їхнього технічного переоснащення. Постає задача націоналізації тих основних фондів й капіталу, котрі створюють існуючу експортно-імпортну залежність нашої країни.

Описаний вище метод придатний для дослідження впливу курсів інших валют на решту показників валового виробництва. Цей метод придатний для дослідження впливу курсів валют на окремі сектори й галузі промисловості країни.

4.5. Автоматизоване проектування програмного забезпечення математичних моделей динаміки економічних систем

У попередніх пунктах описані математичні моделі економічних систем, а також описані обчислювальні експерименти, виконані з цими математичними моделями. Для проведення обчислювальних експериментів було застосовано систему математичних обчислень MATLAB [3,36,126,131]. За допомогою програмних засобів цієї системи розроблено програмне забезпечення для кожної з описаних моделей. З допомогою цього програмного забезпечення виконано в основному дві групи експериментів. Перша – це пошук імітаційних розв'язків розроблених математичних моделей. Друга – пошук залежності розв'язків цих математичних моделей від зміни окремих їхніх параметрів. У всіх дослідженнях економічних систем було застосовано одну математичну структуру моделей – систему звичайних диференціальних рівнянь з початковими умовами задачі Коші, які імітують досліджуваний економічний процес. Також застосовано дослідження

розв'язків цих систем звичайних диференціальних рівнянь від зміни окремих їхніх параметрів. Отже, структура математичної моделі досліджуваних об'єктів і схема проведення обчислювальних експериментів є ідентичними для всіх досліджуваних об'єктів. Тому програмне забезпечення досліджуваних моделей має приблизно одну й ту ж структуру. Зокрема, в структуру цього програмного забезпечення становлять такі типові основні блоки. Це присвоєння значень параметрів, присвоєння початкових умов, вибір проміжку розв'язування імітаційних моделей, вибір проміжку значень параметрів, щоб знайти відповідну залежність розв'язків моделі. Отже, однотипність математичної структури і однотипність обчислювальних експериментів привели до того, що програмне забезпечення усіх досліджуваних математичних моделей має ідентичну структуру. За таких умов замість розроблення програмного забезпечення з допомогою напису коду тексту програм для кожної моделі доцільно застосувати автоматичне генерування фрагментів програми. Тобто, для досліджуваного класу задач доцільно застосувати засоби автоматичного проектування програмного забезпечення.

Для того, щоб упровадити такий метод застосовано мову програмування C++. Засобами цієї мови спроектовано клас, який названо Programator. У цьому класі розміщено всі основні елементи, які необхідні для того, щоб прийняти дані, котрі описують математичну модель динамічної системи і спроектувати програмні функції мовою MATLAB для програмного забезпечення математичної моделі. Текст програми, яка містить опис класу Programator, подано в програмі 4.5.1. У цьому тексті програм є два основні блоки. Блок з описом даних, які описують математичну модель, і блок з описом функцій, які призначені для того, щоб автоматизовано генерувати текст програм математичної моделі мовою MATLAB. Серед даних класу Programator важливі є 5 груп даних. Це дані, які описують параметри рівнянь моделі; дані, які описують динамічні змінні моделі; дані, які описують параметри в функціях моделі; дані, які описують функції моделі. Також в цьому класі є група даних, призначених для присвоєння назви

різноманітним масивам. Для опису даних в класі Programator застосовано статичні константні елементи. Застосування такого методу пов'язано з двома практичними задачами. Розроблення програмного забезпечення моделі економічної системи становить окрему задачу, і тому доцільно для його проектування внести відповідні зміни у дані, які належать класу Programator. Таке застосування статичних константних елементів у даних класу Programator дещо знижує гнучкість застосовано методу. Адже доводиться для кожної окремої досліджуваної моделі розробляти іншу програму мовою C++, але, такий підхід має суттєву перевагу. З'ясувалося, що опис даних, які відображають параметри, функції, динамічні змінні та інші елементи, моделі потребує значних зусиль та ретельного контролю введених даних. Якщо розробляти окрему програму, призначену для такого контролю даних, тоді значні зусилля будуть спрямовані не на проектування програмного забезпечення моделі, а на контроль вхідних даних. Це становить свого роду відхилення від поставлених практичних дослідницьких задач. Щоб уникнути цього застосовано константні статичні елементи. Контроль даних в статичних константних елементах виконує транслятор з мови C++, який має надзвичайно досконалі і розвинуті засоби, призначені для цього. Завдяки цьому оптимально розподілено зусилля між двома задачами – складністю контролювання даних та простотою перенесення програмного забезпечення класу Programator на інші практичні задачі.

Основна група функцій класу Programator призначена для автоматизованого проектування тексту програм мовою MATLAB. Крім того, в ньому є типові для мови програмування C++ елементи, конструктор, деструктор, конструктор копіювання, функція виводу даних у потік, яка призначена для контролю вхідних даних. А також дві функції, які призначені для загального управління проектуванням програмного забезпечення моделі. Це функції, які встановлюють і повертають назву прикладного програмного забезпечення моделі. Повний перелік функцій, які призначені для генерування тексту програм подано, в програмі 4.5.1, яка доповнена детальними коментарями.

Програма 4.5.1

Опис класу Programator, призначеного для автоматичного створення файлів програмного забезпечення динамічних моделей економічних систем.

```

class Programator
{
private:
protected:
    char    name[LEN_STR+1];           // Назва ПЗ моделі
    static const int  PARAMETR_ROW;    // Кількість параметрів
    static const M_element parametr[]; // Опис параметрів рівнянь
моделі
    static const int  DY_ZMINN_ROW;    // Кількість динамічних
змінних
    static const M_element  dy_zminn[]; // Опис динамічних змінних
моделі
    static const int  PARAM_FU_ROW;    // Кількість параметрів у
функціях моделі
    static const M_element  param_fu[]; // Опис параметрів у функціях
моделі
    static const int  FUNCTION_ROW;    // Кількість функцій моделі
    static const M_element  function[]; // Опис параметрів у функціях
моделі
    static const long double MIN;      // Нижня межа значення
параметрів
    static const long double MAX;      // Верхня межа значень
параметрів
    static const char NAZVY_PARAMETRIV[]; // Ідентифікатор масиву
значень параметрів
    static const char SYMVOLY_PARAMETRIV[]; // Ідентифікатор масиву
мат. позначень параметрів
    static const char INDEX_LOOP[];    // Признаки виконання циклу
за параметрами
    static const char NAZVY_DY_ZMINN[]; // Масив ідентифікаторів
динамічних змінних
    static const char SYMVOLY_DY_ZMINN[]; // Масив мат.позначень
динамічних змінних
public:
    Programator (void);                // Конструктор
    Programator (const Programator &); // Конструктор копіювання.
    ~Programator (void);               // Деструктор
    void set_name (const char *);      // Повертає назву ПЗ моделі
    char* get_name (void) const;       // Встановити назву ПЗ моделі
    void init_param (const char *);    // Присвоєння значень
параметрам моделі
    void init_param_fu (const char *); // Присвоєння значень
параметрам у функціях моделі
    void no_loop_all (const char *);   // Признаки не виконувати
циклу за параметром
    void print_param (const char *);   // Виводить значення
параметрів у файл
    void listt_param (const char *);   // Виводить список назв
параметрів у файл
    void create_fun (void);            // Створення каркасу функцій
ПЗ моделі
    void demo_fu (const char *);       // Відображення графіків

```

```

функцій моделі
    void pokaznyku_fp (const char *); // Фазові портрети
    void pokaznyku_ij (const char *); // Відношення двох розв'язків
    void pokaznyku_fu (const char *); // Функції, вираховані за
розв'язками моделі
    void demo_all (const char *); // Вивід графіків зал.
розв'язків, залежних від параметрів
    void demo_ymean (const char *); // Залежності середніх значень
розв'язків від параметрів
    void norm_rozxid (const char *); // Нормування структури
розходу ресурсів
    void norm_stru_s (const char *); // Нормування структури
суспільства
    void run_kor_iii (const char *); // Запуск програми корегування
доданків  $A(y)-B(y)$ 
    void run_demo_a_b (const char *); // Демонстрація графіків
додадків  $A(r), B(r)$ .
    void all_demo (const char *); // Графіки залежності всіх ДЗ
від зміни параметра
    void ode_main (const char *); // Функція з описом СЗДР
    void demo_ode_ode_ode (const char *); // Вирахування правих сторін
СЗДР за їхнім розв'язком
    void main_imm_a (const char *); // Головна програма
знаходження 1 розв'язку
    void main_imm_b (const char *); // Головна програма
знаходження залежностей розв'язків від всіх параметрів
    friend ostream &operator << (ostream &, const Programator &); //
Оператор виводу в потік
};

```

Розглянемо, як описано параметри рівнянь моделі. Для того, щоб описати параметри моделі в класі Programator застосовано структуру з назвою M_element. У цій структурі є 4 елементи. Масив довжиною 20 байт з назвою iden, він містить програмний ідентифікатор параметра. Масив довжиною 20 байт з назвою sumv призначений для збереження символічних позначень математичних елементів моделі, який прийнято в стандарті ЛАТЕКС. Елемент valu містить значення параметрів. Елемент opis який містить словесний опис параметра, в програмах MATLAB його застосовано в коментарях і операторах виводу. Повний опис структури M_element подано в програмі 4.5.2. Структура M_element застосована в класі Programator для опису 4 елементів: для опису параметрів, для опису динамічних змінних, для опису параметрів функцій і для опису функцій. Оскільки функції «не мають значень» таких, як параметри, тому під час опису функцій замість їхнього «значення» вжито нульову величину.

Програма 4.5.2

Структура `M_element`, призначена для зберігання елементів, які описують параметри моделі.

```
// Структура для опису програмних елементів моделі
const int LEN_STR = 20;
struct M_element
{
    char        iden[20];           // Ідентифікатори параметрів
    char        symv[20];          // Символи параметрів
    long double valu;              // Значення параметрів
    char        opys[200];         // Словесний опис параметрів
    (коментарі)
};
```

У програмі 4.5.3, яку подано нижче, показано приклад застосування структури `M_element` для опису динамічних змінних моделі, зокрема показано, що в класі `Programator` введено статичну константну змінну з назвою `dy_zminni`. Ця константна змінна містить 4 стовпчики значень. Перший стовпчик значень містить ідентифікатори динамічних змінних (це константі рядки символів в сенсі C++). Другий стовпчик у цьому масиві містить позначення динамічних змінних, які прийняті в стандарті ЛАТЕКС, які поширені в інших засобах програмування, в тому числі MATLAB (це також константний рядок символів). Третій стовпчик даних у цьому масиві – це початкові умови задачі Коші. Четвертий стовпчик (константний рядок символів) містить коментарі, що описують назву динамічних змінних. Ці коментарі потім застосовані в операторах виводу в текстові файли, а також в операторах, які відображають результати обчислень графічно. Програма 4.5.3 ілюструє гнучкість застосування структури `M_element`. Завдяки простоті застосування структури `M_element` легко поєднати ідентифікатор динамічної змінної, її математичне позначення, початкову умову і словесний опис. Аналогічно, структура `M_element` застосована для опису інших елементів моделі.

Програма 4.5.3.

Оператор з оголошенням статичного елемента `M_element` `Programator::dy_zminn[]` класу `Ptogramator`, який містить опис динамічних

змінних моделі.

```
// Опис динамічних змінних
// Ідентифікатори
// Математичні позначення.
// Заздалегідь вибрані значення.
// Словесний опис параметрів (коментарі)
const int      Programator::DY_ZMINN_ROW  = 12;
const M_element Programator::dy_zminn[] =
{
    "z01", "z_{1}",      2, "Заощадження робітників промислових
підприємств",
    "z02", "z_{2}",      3, "Заощадження власників малих
промислових підприємств",
    "z03", "z_{3}",      4, "Заощадження власників великих
промислових підприємств",
    "z04", "z_{4}",      5, "Заощадження робітників переробних
підприємств",
    "z05", "z_{5}",      6, "Заощадження власників малих переробних
підприємств",
    "z06", "z_{6}",      7, "Заощадження власників великих
переробних підприємств",
    "z07", "z_{7}",      8, "Заощадження пенсіонерів",
    "z08", "z_{8}",      18, "Заощадження працівників освіти
культури медицини",
    "z09", "z_{9}",      9, "Заощадження службовців",
    "p_A", "p_A" ,      14, "Ціна товару",
    "p_B", "p_B" ,      14, "Тариф за утилізацію",
    "xi", "\\xi" ,      14, "Кількість решток",
};
```

У програмі В.2. в додатку В подано повний текст оператора, який описує всі параметри моделі. Цей константний елемент побудований на основі масивів структури `M_element` і він містить такі фрагменти: ідентифікатор параметра моделі, символічне позначення параметра моделі, прийняте в стандарті ЛАТЕКС, імітаційне значення параметра моделі, яке є числовим значенням встановленим на основі попереднього розв'язання ідентифікаційної або пошукової задачі, а також словесний опис, який застосований пізніше в операторах текстового і графічного виводу мови програмування MATLAB. Програми В.1.-В.2. містять опис параметрів функцій і параметрів моделі.

Нижче подано фрагмент програми 4.5.4, в якій з допомогою структури `M_element` описано функції, застосовані в програмному забезпеченні моделі.

Зокрема дані з описом функцій містить такі фрагменти: ідентифікатори функцій, позначення функцій прийняті в стандарті ЛАТЕКС, а також – вербальну назву функції. Її застосовано в коментарях в програмному забезпеченні мовою MATLAB та операторах виводу в текстовому і графічному форматах.

Програма 4.5.4.

Оператор з оголошенням статичного елементу `M_element` `Programator::function` класу `Ptogramator`, який містить опис динамічних змінних моделі.

```
// Ідентифікатори
// Математичні позначення.
// 0 - замість значень.
// Словесний опис параметрів (коментарі)
const int      Programator::FUNCTION_ROW    = 4;
const M_element Programator::function[] =
{
"fun_ef_a", "F_a(r)", 0, "Виробнича функція ОВ",
"fun_fi_b", "F_b(r)", 0, "Виробнича функція ДВ",
"fun_ps_b", "Q_b(r)", 0, "Функція попит на відходи",
"fun_qu_a", "Q_a(r)", 0, "Функція споживання",
};
```

У програмі 4.5.5 подано текст головної програми мовою C++, у якій виконано автоматизоване генерування тексту програми мовою MATLAB для еколого-економічної імітаційної моделі. До цього програмного проекту включено (команда `include`) файл з описом структури `M_element`, файл з описом класу `Programator`, файл з описом констант класу `Programator`. Вони містять оголошення масивів операторів з параметрами моделі, її динамічними змінними, параметрами функцій і з функціями.

У головній програмі, яка генерує програмне забезпечення математичної моделі, виконано такі дії: оголошено об'єкт класу `Programator` з назвою `m1`, присвоєно йому назву «`imtm`». Це присвоєння назви програмного проекту моделі виконано з допомогою функцій `set_name`. Назва імітаційної моделі багаторазово застосована в програмах мовою MATLAB. З допомогою оператора виводу в потік виконано контроль вхідних даних, описаних в цій програмі. Далі викликано ряд функцій, які генерують програмне

забезпечення математичних моделей. Наприклад, в першому операторі викликом функцій генерування програмного забезпечення моделі для об'єкта `m1` класу `Programator`, викликано функцію `init_param` з одним параметром, який є рядком символів «`init_param.m`». Це назва програми мовою MATLAB, яка буде згенерована функцією “`init_param`”, яка є членом класу `Programator`. Далі аналогічно викликано ряд інших функцій, які виконують такі дії. Присвоєння значення параметра моделі. Встановлення ознак невиконання циклу за параметрами, якщо імітаційна модель має бути розв'язана лише один раз. Присвоєння значення параметрам у функціях моделі. Контрольний вивід опису і значень параметрів моделі. Відображення графіків проекцій фазових портретів фазової траєкторії моделі на різні площини динамічних змінних. Відображення відношення двох розв'язків моделі. Відображення графіків функцій вирахованих за розв'язками моделі. Відображення графіків середніх значень розв'язків моделі, залежних від зміни параметрів. Встановлення масивів залежності середніх значень розв'язків від параметрів моделі. Контроль структури розходу ресурсів учасниками економіки. Контроль структури суспільства. Запуск програми порівняння додатних і від'ємних доданків в правих сторонах диференціальних рівнянь моделі. Демонстрація графіків додатних і від'ємних доданків в правих сторонах рівнянь моделі, залежних від їхніх аргументів. Вивід графіків залежності динамічних змінних від параметрів моделі. Створення функції з описом системи звичайних диференціальних рівнянь моделі. Відображення графіків додатних та від'ємних доданків системи рівнянь моделі, вирахованих за її розв'язком. А також - створення головної програми знаходження одного розв'язку і створення головної програми пошуку залежності розв'язків моделі від зміни всіх їх параметрів. Така структура програмного забезпечення мовою C++ є надзвичайно простою, вона дає засоби простого створення програмного забезпечення моделі мовою C++ і в цьому головна перевага застосованого методу.

Програма 4.5.5.

Головна програма генерування файлів програмного забезпечення моделі економічної системи.

```

#include "m_element.h"
#include "programator.h"
#include "c_parametr.h"
#include "c_dy_zminn.h"
#include "c_param_fu.h"
#include "c_function.h"
int main(int cparam, char *par[])
{
    // Створюємо об'єкт класу Programator
    Programator m1;
    m1.set_name("immm");
    cout << "m1=[\n" << m1 << "]\n";
    m1.init_param      ("init_param.m");          // Присвоєння
значень параметрам моделі
    m1.no_loop_all    ("no_loop_all.m");        // Признаки не
виконувати циклу за параметром
    m1.init_param_fu  ("init_param_fu.m");      // Присвоєння
значень параметрам у функціях моделі
    m1.print_param    ("print_param.m");       // Виводить значення
параметрів у файл
    m1.listt_param    ("listt_param.m");       // Виводить список
назв параметрів у файл
    m1.create_fun();  // Створення каркасу
функцій ПЗ моделі
    m1.demo_fu        ("demo_fu.m");          // Відображення
графіків функцій моделі
    m1.rokaznyku_fr   ("rokaznyku_fr.m");     // Фазові портрети
    m1.rokaznyku_ij   ("rokaznyku_ij.m");     // Відношення двох
розв'язків
    m1.rokaznyku_fu   ("rokaznyku_fu.m");     // Функції,
вираховані за розв'язками моделі
    m1.demo_all      ("demo_all.m");          // Вивід графіків
сер. значень розв'язків, залежних від параметрів
    m1.demo_ymean    ("demo_ymean.m");       // Залежності
середніх значень розв'язків від параметрів
    m1.norm_rozxid   ("norm_rozxid.m");       // Нормування
структури розходу ресурсів
    m1.norm_stru_s    ("norm_stru_s.m");       // Нормування
структури суспільства
    m1.run_kor_iii    ("run_kor_iii.m");      // Запуск програми
корегування доданків  $A(y) - B(y)$ 
    m1.run_demo_a_b   ("run_demo_a_b.m");     // Демонстрація
графіків додатків  $A(r)$ ,  $B(r)$ .
    m1.all_demo      ("all_demo.m");          // Графіки
залежності всіх ДЗ від зміни параметра
    m1.ode_main      ("ode_immm.m");         // Функція з описом
СЗДР

```


програмою генерування тексту програмного забезпечення математичної моделі, взятому для демонстрації прикладу еколого-економічної моделі. Детальніше призначення цих функцій подано в таблиці Б.1 в додатку Б.

Інші функції, які розміщено в класі Programator мають подібну структуру. А саме, це: відкриття файлу для виводу текстових даних, вивід відповідних операторів з численними коментарями і іншими додатковими засобами, які призначені для полегшення застосування розробленого програмного забезпечення і в кінці закриття текстового файлу, який містить програму мовою MATLAB, яка є готова для практичного застосування.

Таблиця 4.5.1.

Список автоматично створених файлів програмного забезпечення моделі

init_param.m	Присвоєння значень параметрам моделі
no_loop_all.m	Признаки не виконувати циклу за параметром
init_param_fu.m	Присвоєння значень параметрам у функціях моделі
Print_param.m	Виводить значення параметрів у файл
Listt_param.m	Виводить список назв параметрів у файл
fun_ef_a.m	Каркас функції ПЗ моделі
fun_fi_b.m	Каркас функції ПЗ моделі
fun_ps_b.m	Каркас функції ПЗ моделі
fun_qu_a.m	Каркас функції ПЗ моделі
demo_fu.m	Відображення графіків функцій моделі
rokaznyky_fp.m	Фазові портрети
rokaznyky_ij.m	Відношення двох розв'язків
rokaznyky_fu.m	Функції, вираховані за розв'язками моделі
demo_all.m	Вивід графіків середніх значень розв'язків, залежних від параметрів
demo_ymean.m	Залежності середніх значень розв'язків від параметрів
norm_rozxid.m	Нормування структури розходу ресурсів
norm_stru_s.m	Нормування структури суспільства
run_kor_iii.m	Запуск програми корегування доданків $A(y)$ - $B(y)$
run_demo_a_b.m	Демонстрація графіків додатків $A(r)$, $B(r)$.
all_demo.m	Графіки залежності всіх ДЗ від зміни параметра
ode_immm.m	Функція з описом СИДР
demo_ode_sole.m	Вирахування правих сторін СЗДР за їхнім розв'язком
main_immm_a.m	Головна програма знаходження 1 розв'язку
main_immm_b.m	ГП знаходження залежностей розв'язків від всіх параметрів

У програмному забезпеченні математичної моделі економічної системи об'єднано декілька груп функцій (рис. 4.5.1). Це функції, які призначені для

вводу даних. Передусім це значення параметрів моделі та значення параметрів функції. Друга група функцій призначена для контролю введення даних. Ці функції виводять текстові файли, всі параметри моделі, а також їхні значення та інші контрольні елементи. Ще одна група функцій призначена для контролю адекватності моделі. Ці функції виводять графіки правих сторін систем диференціальних рівнянь, графіки додатних і від'ємних доданків в правих сторонах диференціальних рівнянь. Також виводять графіки співвідношення між додатними і від'ємними елементами в правих сторонах диференціальних рівнянь. Ці функції необхідні для контролю загальної адекватності моделі. Також в програмному забезпеченні досліджуваних моделей є група функцій, призначених для відображення результатів обчислень, які виводять графіки імітаційних розв'язків, виводять значення імітаційних розв'язків в текстові файли, виводять проекції фазових портретів на площини різних динамічних змінних, графіки співвідношень між різними динамічними змінними. Наприклад, співвідношення між динамічною змінною ціною продукту і заощадження учасника, члена динамічної групи має економічний сенс – це купівельна спроможність. Отже, такі функції виводять співвідношення між різними динамічними змінними і деякі з таких співвідношень мають економічну інтерпретацію, що полегшує аналіз результатів моделювання. Також в програмному забезпеченні математичної моделі є функція, яка описує систему диференціальних рівнянь і функції, які відображають розв'язки систем диференціальних рівнянь в текстовому і графічних форматах. Це необхідно для того, щоб полегшити підготовку презентації і відображення результатів моделювання в текстових документах. І до програмного забезпечення математичної моделі належить дві головні програми. Одна з них призначена для пошуку імітаційного розв'язку моделі, а також для пошуку залежності одного розв'язку від зміни декількох вибраних параметрів. Друга головна моделююча програма призначена для пошуку залежності розв'язків від всіх параметрів моделі.

Файл `name_main_imtm_a_m` – перша з двох головних моделюючих

програм програмного забезпечені моделі. Вона містить 20 алгоритмічно окремих фрагментів і після її генерування – повністю готова до виконання. Ця програма знаходить один розв’язок рівнянь моделі, або одну залежність її розв’язків від зміни вибраної групи параметрів. В цій програмі виконано такі основні обчислення. Встановлено значення параметрів моделі. Підготовлення графічних об’єктів для відображення даних. Встановлено проміжку числового розв’язування рівнянь моделі. Вибір режиму виконання і підготовлення необхідних даних, якщо вказано шукати залежність розв’язків від зміни параметрів. Виконано контроль значень параметрів, що описують структуру суспільства й структуру розходу ресурсів учасниками економіки. Також в ній вказано початкові умови моделі, викликано процедуру `ode15s` розв’язування її рівнянь. За знайденими розв’язками визначено їхні середні значення, побудовано графіки розв’язків і, якщо вказано – їхніх значень від вибраних параметрів. Збережено всі результати обчислень у файл даних формату MAT.



Рис. 4.5.1. Схема структурних елементів програмного забезпечення математичних моделей економічних систем

Файл `name_main_immm_b_m` – друга з двох головних моделюючих програм програмного забезпечення моделі. Вона містить 33 алгоритмічно

окремих фрагментів і після її генерування – повністю готова до виконання. Ця програма знаходить залежності розв’язків рівнянь моделі від всіх її параметрів. Тобто, програма `name_main_imm_b_m` виконує ті ж обчислення, що й описана вище перша головна програма окремо для всіх параметрів моделі. Застосування цієї програми потребує значних обчислювальних ресурсів, але інколи без неї результатам обчислювальних експериментів бракує повноти дослідження.

Розглянемо інші функції програмного забезпечення моделі. Функція `name_all_demo_m` виводить графіки залежностей всіх динамічних змінних від зміни параметра. Дані для цих графіків зчитує з файлу, в який вони записані під час розв’язування рівнянь моделі. За необхідності ця функція зберігає їх у файли графічного формату TIF, JPG, FIG. Зауважимо, що всі інші функції цього програмного забезпечення також за необхідності записують відповідні зображення у цих форматах. Це суттєво полегшує подальше оброблення результатів обчислювальних експериментів.

Функція `name_demo_all_m` аналогічно відображає (і зберігає) графіки залежності середніх значень розв’язків від зміни параметрів за раніше відповідними обчисленнями.

Функція `name_demo_fu_m` відображає графіки всіх функцій, застосованих в моделі. Це необхідно для контролю за виконанням обчислювальних експериментів.

Функція `name_demo_ode_ode_ole_m` відображає графіки двох, додатного і від’ємного доданків в правій стороні рівнянь моделі, які вираховані за раніше знайденими її розв’язками. Це допомагає контролювати адекватність моделі та оцінювати результати попередньої ідентифікації її параметрів.

Функція `name_demo_umean_m` виводить в іншому форматі ці ж графіки залежностей середніх значень розв’язків рівнянь моделі від зміни її параметрів. Це необхідно для підготовлення більш гнучкого представлення результатів обчислювальних експериментів в презентаціях та публікаціях.

В функції `name_init_param_m` присвоєно значення всім параметрам

моделі (крім параметрів у функціях), які встановлено на основі раніше розв'язаних відповідних пошукових або математичних задач, а також присвоєно мінімальні та максимальні значення цих параметрів, щоб підготувати задачі знаходження залежності розв'язків моделі від їхньої зміни.

В функції `init_param_fu` присвоєно значення всім параметрам у функція. Їх також встановлено на основі раніше розв'язаних відповідних пошукових або математичних задач.

Функція `listt_param` виводить в текстовий файл опис параметрів моделі – ідентифікатор, математичне позначення, числове значення. Це необхідно для контролю підготовки даних для досліджуваної задачі.

Функція `no_loop_all` присвоює значення індексам циклу в головній моделюючі програмі, щоб не ітерацій не виконувати за жодним параметром. Це спрощує розроблення засобів управління обчислювальними експериментами.

Програма `name_norm_gozxid_m` виконує контроль значень параметрів, які описують структури розходу ресурсів учасниками економіки. Програма `name_norm_stru_s_m` так само виконує контроль значень параметрів, які описують структуру суспільства.

Файл `ode_immm` – це заготовка функції, з описом системи рівнянь моделі. Рівняння моделі необхідно описати відповідно до технології програмування Matlab. В файлі `name_ode_main_m` підготовлено деякі відповідні оператори.

Програма `rokaznyku_fr` відображає проекції фазових траєкторій на всі площини, утворені динамічними змінними моделі. Програма `name_demo_fu_m` відображає значення функцій, застосованих в моделі, які вираховано за значеннями розв'язків моделі. Програма `rokaznyku_ij.m` відображає графіки співвідношення (частку, різницю) між різними динамічними змінними моделі. Всі ці графіки побудовано за попередньо знайденими розв'язками моделі. Вони допомагають знаходити в цих

розв'язках заздалегідь невідомі економічні закономірності.

Програма `mane_print_param_m` в текстовий файл список значень всіх параметрів моделі, а також – граний їхньої зміни. Також програма виводить у цей же файл список значень всіх параметрів у функціях моделі. Це потрібно для контролю введення даних, а також – документування результатів обчислень.

Програма `name_run_demo_a_b_m` відображає графіки двох, додатного і від'ємного доданків в правих сторонах рівнянь моделі, а також – графіки різниці й частки між ними. Ці графіки побудовано за попередньо знайденими її розв'язками. Такий засіб застосовано для контролю адекватності моделі та результатів попередньої ідентифікації її параметрів.

Програма `name_run_kor_iii_m` вираховує співвідношення між двома, додатним і від'ємним доданками в правих сторонах рівнянь моделі. Такий засіб застосовано для оцінки точності концептуальної моделі досліджуваного економічного об'єкта.

Всі описані вище програмні процедури згенеровані автоматично. Для завершення проектування програмного забезпечення моделі зміни необхідно внести в три файли. Це функція з описом системи диференціальних рівнянь `ode_immm` та програми для контролю значень параметрів, що описують структуру суспільства `name_norm_rozxid_m` й структуру розходу ресурсів `name_norm_rozxid_m` учасниками економіки. Зауважимо, що для повного автоматизованого генерування цих функцій необхідні додаткові програмні засоби, які суттєво ускладнюють задачу. Так, для автоматизованого створення програм, які контролюють значення параметрів, що описують структуру суспільства і структуру розходу коштів, необхідно в клас `Programator` додати програмні засоби з описом цих структур. Це не спрощує загальної задачі. Для генерування функції з описом рівнянь моделі необхідно застосовувати засоби інтерпретації математичних виразів, що потребує розроблення окремого інтерпретатора. Що є окремою складною задачею. Тому файли з описом математичних функцій, застосованих в моделі, також необхідно доповнити відповідними операторами.

Отже, для завершення розроблення програмного забезпечення моделі необхідно внести зміни в файли з описом функцій, уточнити функції, призначені для контролю параметрів, що описують структуру суспільства і структуру розходу коштів, а також – спроектувати оператори, що описують рівняння моделі. Перші дві групи робіт не потребують суттєвих зусиль. Всі інші програми моделі – повністю готові до використання. Зауважимо, що в спроектованому таким методом програмному забезпеченні автоматично задано параметри в численних операторах виводу графічної інформації, що надзвичайно спрощує проектування програм і їхнє застосування під час обчислювальних експериментів.

Програмне забезпечення значної частини математичних моделей, описаних в цій роботі, спроектоване з допомогою розробленого класу Programator і спеціально розроблених, описаних тут, програмних засобів автоматизованого проектування програмного забезпечення досліджуваних математичних моделей економічних систем.

Висновки до розділу 4

1. У просторі показників економічної структури суспільства (ліквідних заощаджень окремих суспільних груп) та цін на агрегований суспільний продукт легального і тіньового секторів побудовано моделі функціонування легальної та тіньової економік з розширеною економічною структурою суспільства за групами членів, які мали або мають відношення до функціонування економіки: непрацюючі пенсіонери, працівники реального сектора, власники підприємств або підприємці, працівники бюджетних організацій (службовці), пенсіонери, що працюють у реальному секторі, пенсіонери, що працюють у бюджетних організаціях, еліта (великі чиновники й керівники). Запропоновано різні розширення та модифікації даної моделі. Якісний та експериментальний аналіз моделей розкриває

закономірності регулюючого впливу на тіньову економічну діяльність та можливі шляхи її звуження.

2. Побудовано модель економіки з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення у розширеній системі показників економічної структури суспільства до яких належать заощадження одинадцяти груп учасників економіки та є учасниками ринку землі (непрацюючі пенсіонери, що не мають земельної власності; працівники промислового сектору, які не мають ЗСГП і працюють у середніх і великих промисловців; службовці і пенсіонери-службовці які не мають ЗСГП; пенсіонери-працівники промисловості, які не мають ЗСГП; працівники аграрного сектору, які не мають ЗСГП і працюють у середніх та великих землевласників; власники середніх промислових підприємств, які не мають ЗСГП і власники великих промислових підприємств, які не мають ЗСГП; селяни-пенсіонери, що є власниками ЗСГП (наприклад, земельних паїв); дрібні власники ЗСГП (паїв), які мають працездатний вік і самостійно здійснюють обробіток землі; власники середніх земельних господарств, які використовують найману працю; власники великих земельних господарств, які використовують найману працю, цін на товари і землю, площ земельних ділянок, які належать відповідним категоріям власників. Метою побудови такої моделі є встановлення загальних тенденцій ринку ЗСГП, з'ясування відносин між суб'єктами ринку і впливу елементів суспільства, які складають його структуру, на ринок ЗСГП. Крім того, модель дозволяє відтворити закономірності формування ринкових цін на землю та сільськогосподарську продукцію, що, у свою чергу, впливають на загальні процеси ціноутворення та поведінку суб'єктів ринку. Модель у різний спосіб модифікована.

3. У двосекторній економіці, у одному з яких (основному) створюється агрегований суспільний продукт (матеріальний продукт, послуга), а в іншому (допоміжному) – утилізуються екологічно небезпечні відходи діяльності основного сектора, побудовано розширену модель еколого-економічної взаємодії у просторі економічних змінних, до яких належать заощадження

дев'яти груп учасників економіки (власників малих і великих основних та утилізаційних підприємств, працівників основного та допоміжного секторів, пенсіонерів, службовців і працівників освіти, культури, медицини), ціна на агрегований продукт, тариф за утилізацію відходів та обсяг незнищених відходів (забруднювачів довкілля). Застосування даних моделей спрямоване на вдосконалення методики дослідження зв'язку між соціально-економічною структурізацією суспільства та екологічними процесами.

5. Побудовано модель впливу курсу валют на економіку з великою часткою експорту сировинної продукції й імпорту споживчої продукції у просторі економічних змінних, до яких належать заощадження шести груп учасників економіки.

6. За результатами імітаційних експериментів з моделями встановлено залежність розв'язків моделей від зміни їх параметрів, виявлено основні тенденції та закономірності економічної динаміки та впливу на неї економічної структури суспільства. Встановлено рекомендовані значення параметрів, при яких виникає рівновага між соціально-економічними чинниками економічного розвитку, а також умови порушення такої рівноваги та напрями її подолання.

РОЗДІЛ 5

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ В ПЕРІОД СОЦІАЛЬНИХ ПОТРЯСІНЬ

5.1. Модель динамічної взаємодії державного і приватного секторів економіки

Для України і країн колишнього Радянського Союзу дискусія про переваги й недоліки планової економіки слала одним з визначальних чинників історично розвитку. Хоч політичні, психологічні й національні аспекти цієї дискусії були всебічно вивчені в численних працях, проте питання про оптимальну взаємодію приватного й державного секторів економіки в межах однієї країни залишається актуальним. Його злободенність загострена сучасними умовами економічно спаду, бідності, соціальних контрастів, котрі вразили нашу країну, і котрі хронологічно й логічно збіглися з процесами ринкових трансформацій, масштабної денационалізації економіки.

Емпіричні спостереження показують, що широка лібералізація економіки, зокрема – нічим не обмежена приватизація виробничих фондів, призвели до зниження рівня життя більшості громадян, росту захворюваності й смертності, депопуляції, культурної й освітньої деградації. Нерідко після приватизації виробничих фондів їх власники суттєво змінюють кадрову політику, структуру товарів, обсяг їх виробництва і здебільшого така зміна не пов'язана з інтересами регіону, робітників підприємства. Також на основі апріорних спостережень відомо, що сучасні підприємства державної, колективної та комунальної власності досі зберігають високу продуктивність. З цього випливає висновок, що ефективний культурний, духовний, соціальний розвиток має базуватися на економіці, яка оптимально поєднує різні форми власності на виробничі фонди і капітал. Проте, в Україні та інших країнах СНД питання оптимального співвідношення між приватним й

державним секторами економіки не привертає належної уваги науковців та фахівців з державного регулювання економіки [20,22,30].

З уваги не це побудуємо економіко-математичну модель взаємодії державного й приватного секторів економіки в умовах трансформації [23].

Вважатимемо, що у економічних відносинах беруть участь n_0 робітників, з яких $n_0\alpha_{0\Delta}$ і $n_0\alpha_{0P}$ працюють відповідно на державних і приватних підприємствах ($\alpha_{0\Delta} + \alpha_{0P} = 1$). Кількість державних і приватних підприємств відповідно рівні $n_1\alpha_{1\Delta}$, $n_1\alpha_{1P}$ ($\alpha_{1\Delta} + \alpha_{1P} = 1$). Робітники державних і приватних підприємств отримують зарплатню відповідно s_Δ , s_P і мають заощадження $u_{0\Delta}$, u_{0P} .

Державні підприємства і власники приватних підприємств мають відповідно капітал (заощадження) $u_{1\Delta}$ і u_{1P} . Кількість виробленої ними продукції описують відповідно виробничі функції $F_\Delta(\beta_{1\Delta}u_{1\Delta}/p_\Delta)$, $F_P(\beta_{1P}u_{1P}/p_P)$, де $\beta_{1\Delta}$, β_{1P} – частки витрат капіталу (заощаджень) на виробничі потреби ($0 \leq \beta_{1\Delta}, \beta_{1P} \leq 1$), p_Δ , p_P – ціни (одного і того) продукту, виготовленого відповідно державними й приватними підприємствами. Державні й приватні підприємства зазнають виробничих витрат відповідно λ_Δ , λ_P , платять відповідно податок на прибуток κ_Δ^0 , κ_P^0 і на фонд заробітної плати κ_Δ^1 , κ_P^1 .

Ринок збуту товару, виготовленого державними й приватними підприємствами розділено на сегменти, прямо-пропорційні обсягу продукції і обернено пропорційні до її ціни та описано коефіцієнтом

$$\Omega_i = \frac{F(u_i\beta_{1i}/p_i)/p_i}{\sum_{k=\Delta}^P F(u_{1k}\beta_{1k}/p_k)/p_k}, \quad (i = \Delta, P).$$

Робітники державних і приватних підприємств витрачають на споживання продукції цих підприємств відповідно частки своїх заощаджень $\gamma_{0\Delta}$ і γ_{0P} ($0 \leq \gamma_{0\Delta}, \gamma_{0P} \leq 1$), які у реаліях нашої країни практично такі, що

$\gamma_{0\Delta} + \gamma_{0P} = 1$. Крім того, логічно вважати, що виділені на споживання заощадження на ринках продукції державних і приватних підприємств залежать від коефіцієнтів Ω_{Δ} і Ω_P .

Попит робітників на продукцію формалізуємо відповідно через $Q_0(\Omega_{\Delta}\gamma_{0\Delta}u_{0\Delta}/p_{\Delta})$, $Q_0(\Omega_P\gamma_{0\Delta}u_{0\Delta}/p_P)$, $Q_0(\Omega_{\Delta}\gamma_{0P}u_{0P}/p_{\Delta})$, $Q_0(\Omega_P\gamma_{0P}u_{0P}/p_P)$, де Q_0 – функція попиту робітників.

Власники підприємств витрачають на споживання продукції частки $\gamma_{1\Delta}$, γ_{1P} ($\gamma_{1\Delta} + \gamma_{1P} + \beta_{1P} = 1$), тому їх попит можна оцінити величинами $Q_1(\Omega_{\Delta}\gamma_{1\Delta}u_{1P}/p_{\Delta})$, $Q_1(\Omega_P\gamma_{1P}u_{1P}/p_P)$, де Q_1 – функція попиту власників.

Очевидно, загальний дохід державних і приватних підприємств від реалізації продукції складає:

$$D = \sum_{i=\Delta}^P \sum_{k=\Delta}^P n_0 \alpha_{0i} p_k Q_0(\Omega_k \gamma_{0i} u_{0i} / p_k) + \alpha_{1P} n_1 \sum_{k=\Delta}^P p_k Q_1(\Omega_k \gamma_{1k} u_{1P} / p_k).$$

Швидкість зміни заощаджень робітників u_{0i} ($i = \Delta, P$) пропорційна різниці між заробітною платою s_i ($i = \Delta, P$), зменшеною на податок (ставка податку κ_0), і видатками на особисте споживання:

$$\frac{du_{0i}}{dt} = s_i (1 - \kappa_0) - \sum_{k=\Delta}^P p_k Q_0(\Omega_k \gamma_{0i} u_{0i} / p_k), \quad i = \Delta, P. \quad (5.1.1)$$

Швидкість зміни заощаджень власників приватних підприємств u_{1P} пропорційна різниці між доходом від збуту продукції і видатками на особисте споживання й виробничі потреби:

$$\frac{du_{1P}}{dt} = \frac{\Omega_P D}{\alpha_{1P} n_1} - \sum_{k=\Delta}^P p_k Q_1(\Omega_k \gamma_{1k} u_{1P} / p_k) - (\lambda_P + \kappa_P^0) F_P(\beta_{1P} u_{1P} / p_P) - \frac{\alpha_{0P} n_0 (1 + \kappa_P^1) s_P}{\alpha_{1P} n_1} \quad (5.1.2)$$

де $\sum_{k=\Delta}^P p_k Q_1(\Omega_k \gamma_{1k} u_{1P} / p_k)$ – витрати на особисте споживання,

$(\lambda_P + \kappa_P^0) F_P(\beta_{1P} u_{1P} / p_P)$ – виробничі витрати, $\alpha_{0P} n_0 (1 + \kappa_P^1) s_P / (\alpha_{1P} n_1)$ – витрати на оплату праці.

Швидкість зміни капіталу державних підприємств $u_{1\Delta}$ пропорційна різниці між доходом від збуту продукції і виробничими витратами:

$$\frac{du_{1\Delta}}{dt} = \frac{\Omega_{\Delta} D}{\alpha_{1\Delta} n_1} - (\lambda_{\Delta} + \kappa_{\Delta}^0) F_{\Delta}(\beta_{1\Delta} u_{1\Delta} / p_{\Delta}) - \frac{\alpha_{0\Delta} n_0}{\alpha_{1\Delta} n_1} (1 + \kappa_{\Delta}^1) s_{\Delta}. \quad (5.1.3)$$

Швидкість зміни ціни товару, виготовленого приватними підприємствами, пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_P}{dt} = \sigma_P \left[\sum_{k=\Delta}^P n_0 \alpha_{0k} Q_0(\Omega_P \gamma_{0k} u_{0k} / p_P) + \alpha_{1P} n_1 Q_1(\Omega_P \gamma_{1P} u_{1P} / p_P) - \alpha_{1P} n_1 F_P(\beta_{1P} u_{1P} / p_P) \right], \quad (5.1.4)$$

де σ_P – коефіцієнт інерційності.

Ціна p_{Δ} товару, виготовленого державними підприємствами, залежить від планових або ринкових способів її утворення. За ринкового ціноутворення швидкість її зміни пропорційна різниці між попитом і пропозицією, тобто

$$\frac{dp_{\Delta}}{dt} = \sigma_{\Delta} \left[\sum_{k=\Delta}^P n_0 \alpha_{0k} Q_0(\Omega_{\Delta} \gamma_{0k} u_{0k} / p_{\Delta}) + \alpha_{1\Delta} n_1 Q_1(\Omega_{\Delta} \gamma_{1\Delta} u_{1\Delta} / p_{\Delta}) - \alpha_{1\Delta} n_1 F_{\Delta}(\beta_{1\Delta} u_{1\Delta} / p_{\Delta}) \right], \quad (5.1.5a)$$

де σ_{Δ} – коефіцієнт інерційності; $\sigma_{\Delta} < \sigma_P$ або $\sigma_{\Delta} \ll \sigma_P$.

При суб'єктивному плануванні ціни p_{Δ} швидкість її зміни залежить від різниці між розміром споживчих витрат U^* окремого споживача, які з погляду державного регулювання доцільно витратити на споживання (в окремій групі споживачів):

$$\frac{dp_{\Delta}}{dt} = \sigma_{\Delta} \left[U^* - p_{\Delta} Q_0(\Omega_{\Delta} \gamma_{0i} u_{0i} / p_{\Delta}) \right], \quad (5.1.5b)$$

де $i = \Delta$ ($i = P$), якщо планове регулювання ціни прив'язане до споживання робітників державних (приватних) підприємств. Тут, в залежності, від обставин $\sigma_{\Delta} \approx \sigma_P$ або $\sigma_{\Delta} > \sigma_P$.

Рівняння (5.1.5a), (5.1.5b) описують альтернативні підходи до регулювання ціни товару, виготовленого у державному секторі. Метод

регулювання, змодельований у рівнянні (5.1.5а) відповідає ціноутворенню «ринкового» типу і його застосування доцільне в умовах відносної економічної стабільності. Рівняння (5.1.5б) відображає активний вплив держави на ціноутворення.

Рівняння (5.1.1)-(5.1.5) з початковими умовами $u_{0\Delta}^0 = u_{0\Delta}(t_0)$, $u_{0P}^0 = u_{0P}(t_0)$, $u_{1\Delta}^0 = u_{1\Delta}(t_0)$, $u_{1P}^0 = u_{1P}(t_0)$, $p_{\Delta}^0 = p_{\Delta}(t_0)$, $p_P^0 = p_P(t_0)$ мають єдиний розв'язок, який знаходиться за допомогою числових методів.

Описана модель відображає найзагальніші тенденції взаємодії державної та приватної економіки з можливою зміною співвідношень між кількістю державних і приватних підприємств та робочих місць на цих підприємствах.

Розглянемо деякі економічні закономірності державного впливу на економіку. Емпіричні спостереження за сучасною економікою нашої країни показують, що ціну товару монополюно визначають його виробники, споживачі не впливають на ціну товару. За таких умов швидкість зміни монополюної ціни товару повсякчасної потреби пропорційна різниці між заощадженнями громадян зі сталими доходами і вартістю товарів, які вони споживають. Тобто, ціну товару повсякчасної потреби, виготовленого приватними підприємствами, описує рівняння

$$\frac{dp_P}{dt} = \sigma_P \left[u_{0\Delta} - p_P Q_0 \left(\Omega_P u_{0\Delta} \gamma_{0\Delta} / p_P \right) \right]. \quad (5.1.6)$$

Описане «планове монополюне» ціноутворення товарів повсякчасної потреби робить неможливим накопичення заощаджень для інших потреб: придбання товарів довготривалого вжитку, оплати надзвичайних потреб, накопичення капіталу для започаткування підприємницької діяльності. Внаслідок цього купівельна спроможність більшості громадян не перевищує прожиткового мінімуму.

Якщо в суспільстві немає державного сектора, тоді ціноутворення залежить лише від впливу приватних виробників, описано рівняннями (5.1.4)

або (5.1.6). Проте, наявність державних підприємств з «плановим державним ціноутворенням» ослаблює монопольний вплив приватних підприємств на ціну товарів повсякчасної потреби. Господарська діяльність не є самоціллю існування людини, вона має бути підпорядкована позаекономічним інтересам. У прийнятих позначеннях, діяльність державних підприємств має відповідати таким критеріям: максимальне задоволення споживчого попиту, мінімальні споживчі витрати робітників, максимальний «прибуток» державних підприємств (пропорційний видаткам на соціальне споживання).

Моделі (5.1.1)-(5.1.5), (5.1.1)-(5.1.6) з урахуванням таких критеріїв будуть моделями оптимального управління ринковою економікою за допомогою планування діяльності державних підприємств та ілюструють можливість оптимізації співвідношень між частками державних й приватних підприємств у ринковій економіці.

Зауважимо, що існування державного сектора економіки промисловості є формою соціального захисту, за якої робітники підприємств отримують «соціальну послугу» від держави у формі організації робочого місця, де вони отримують сталу зарплату. Це особливо актуально для нашого суспільства, з сильними історичними й психологічними впливами ідей соціального споживання. Така «форма соціального захисту» працездатного населення, особливо актуальна для осіб, які за індивідуальними здібностями чи професією погано адаптовані до повної комерціалізації господарських відносин. Додамо, що в багатьох сучасних країнах (з високопродуктивною економікою західноєвропейського типу, і в країнах з національно-самобутнім типом економіки), існують державні і приватні сектори. Регулювання співвідношень між ними є однією з головних задач соціальної політики в цих країнах.

5.2. Взаємодія виробничого і банківського секторів економіки

У ринкових умовах необхідність забезпечення високого рівня

ефективності господарювання посідає центральне місце в економічній політиці держави, формує стратегію діяльності виробничо-господарських структур. Досягнення стійких тенденцій економічного зростання безпосередньо пов'язане з активізацією роботи підприємств, постійним системним оновленням основних фондів, підвищенням конкурентоспроможності продукції. Однак досягти стабільного економічного розвитку в країні неможливо без ефективної взаємодії банківського та промислового секторів економіки.

Банківський та реальний сектори тісно пов'язані між собою як системою кредитування, так і заощадженням фінансових ресурсів. Підприємства в яких присутній надлишок фінансових ресурсів створюють кредитну базу, яка є джерелом забезпеченням реального сектора, якому не вистачає грошових ресурсів для подальшого розвитку.

В умовах нестабільної економіки України, коли інвестиційні можливості підприємств усіх форм власності є обмеженими, а зовнішні інвестиції через низький рейтинг нашої держави на міжнародних ринках капіталу є також незначними, вітчизняним банкам, як найбільш розвиненому сектору серед комерційних фінансових організацій, належить реально впливати на розвиток інвестиційної активності. Вони мають взяти на себе основний тягар інвестиційного процесу, що забезпечує реструктуризацію народного господарства, економічне зростання та трансформацію відносин власності.

Саме в таких складних соціально-економічних умовах вітчизняні банки мають активно стимулювати збільшення заощаджень підприємств і інших секторів економіки та активно впливати на інвестиційний процес. Мобілізуючи тимчасово вільні грошові кошти, вони забезпечують економіку країни додатковими інвестиційними ресурсами, оскільки кошти одних використовуються іншими на умовах повернення.

Існуюча на сьогодні макроекономічна ситуація негативно впливає на внутрішні мікроекономічні характеристики підприємств і стримує зростання їх

кредитоспроможності. Значна кількість українських підприємств не можуть остаточно подолати руйнівні наслідки трансформаційної кризи останніх років, серед яких основними залишаються: спад обсягів виробництва; значний фізичний і моральний знос основних фондів; загальне зниження конкурентоспроможності продукції підприємств як на міжнародному, так і на внутрішньому ринках; зменшення питомої ваги високотехнологічної продукції; посилення цінових, галузевих та регіональних диспропорцій в економіці; неспроможність вчасно та у повному обсязі виконувати свої зобов'язання перед контрагентами та кредиторами.

Саме неплатоспроможність значної кількості українських підприємств робить їх найбільш вразливою ланкою в системі «банк-підприємство». Неспроможність вчасно та у повному обсязі виконувати свої зобов'язання перед контрагентами та кредиторами, відсутність необхідних резервів для відновлення повноцінної роботи зумовили перебування таких підприємств тривалий час в стадії економічної стагнації або поступового наближення до критичного кризового стану, коли постає питання про їх ліквідацію.

Позитивне значення співпраці підприємства і банку обумовлюється тим фактом, що в господарській та правовій практиці України юридичне банкрутство підприємства нерідко має своїм наслідком повне або часткове руйнування виробничо-господарського комплексу, неконтрольований поділ активів підприємства-банкрута з суттєвим зменшенням виробничого потенціалу утворених на базі цих активів виробничо-збутових структур. Це, в свою чергу, має безпосередній негативний вплив на соціально-економічну ситуацію в регіоні, а у випадку так званих «містоутворюючих» підприємств може призвести до повної стагнації економічних, соціальних, демографічних процесів у масштабах цілих населених пунктів та адміністративних районів.

В той же час, необхідно підкреслити, що подібні взаємовідносини із «кризовими» підприємствами для банківської установи зовсім не несуть характеру «альтруїстичних», збиткових або менш прибуткових ніж звичні банківські операції. Навпаки, при побудові ефективного механізму співпраці,

в кінцевому підсумку, такі взаємовідносини із «кризовим» підприємством можуть мати для комерційного банку прибутковість, навіть вищу за прибутковість стандартних банківських операцій. Основними позитивними наслідками від ефективної комплексної співпраці із "кризовим" підприємством для комерційного банку будуть.

- повернення раніше наданих кредитних коштів, часто вже віднесених до категорії «безнадійних», і, як правило, сумнівних до повернення в повному обсязі навіть при реалізації процедури банкрутства позичальника;

- подальше інвестиційне та поточне фінансування заходів по виходу підприємства із кризової ситуації в умовах повного або істотного контролю за фінансово-економічною діяльністю позичальника, що забезпечує мінімізацію ризику неповернення таких кредитів та зростання доходів банку від кредитування;

- переведення підприємства на комплексне банківське обслуговування у даний комерційний банк із закриттям рахунків в інших комерційних банках, що забезпечує як контроль над грошовими потоками такого підприємства, так і отримання додаткових доходів від реалізації всього спектру банківських продуктів і послуг даному підприємству та його працівникам;

- закладання основ для подальшої тривалої співпраці банку з даним підприємством після виходу його із «кризового» стану, формування лояльного відношення підприємства-клієнта до банку, тобто так зване «вирощування» клієнта з огляду на потенціал співпраці у майбутньому.

Разом з тим, подібна взаємовигідна співпраця між підприємством, що перебуває у ситуації стагнації або кризи, та комерційним банком висуває ряд специфічних умов для останнього, готовність банку до яких і визначає його спроможність до реалізації активно-відбудовчої стратегії співпраці з реальним сектором економіки. Банківські кредити підприємцям забезпечують покупку сировини, комплектуючих, палива, енергії, машин і механізмів тощо. В підсумку розширюється виробництво, збільшується капітал, зростають доходи

населення, що спричинює збільшення сукупного попиту, інвестиційних вкладень і подальше зростання виробництва.

Загалом, модель співпраці «кризового» підприємства та комерційного банку повинна включати комплекс послідовних та взаємопов'язаних заходів економічного, виробничо-технічного та соціального характеру, направлених на подолання кризових явищ в економіці підприємства, фінансове оздоровлення, відновлення його повноцінної виробничо-збутової діяльності, досягнення прибутковості та конкурентноздатності в довгостроковому періоді.

Банківський механізм організації грошово-кредитних відносин найбільш доцільно розглядати як певну сукупність способів, прийомів, методів практичної реалізації відповідних відносин, що охоплює три основні блоки, які відображають три взаємопов'язані між собою процеси: регулювання грошово-кредитних відносин на макрорівні; їх організацію на мікрорівні між окремими економічними агентами; процес підтримки стабільності банківської системи як основи ефективної організації грошово-кредитних відносин і на макро-, і на мікрорівні. Таким чином пошук шляхів взаємовигідної співпраці між банками та підприємствами є одним з найважливіших завдань, від якого залежать ефективність і тривалість процесів оздоровлення реального сектору економіки та його подальший розвиток. Розглянемо, основні закономірності взаємодії між виробничими і банківськими секторами економіки. Встановимо концептуальну модель взаємодії банківського і виробничого секторів економіки (рис.5.2.1).

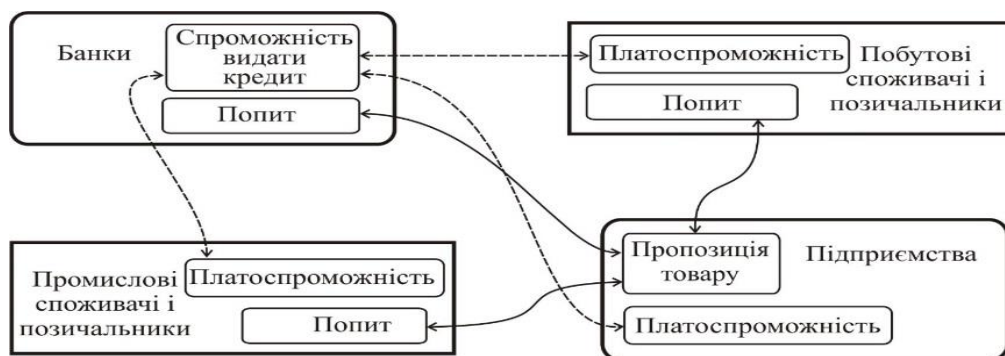


Рис. 5.2.1. Схема концептуальної моделі взаємодії банківського і виробничого секторів економіки

Таблиця 5.2.1

Позначення відповідних величин та функцій

Назва показника	Робітники підприємств	Працівники банків	Власники підприємств	Власники банків
Кількість членів групи	n_1	n_2	n_3	n_4
Заощадження	u_1	u_2	u_3	u_4
Виробничі фонди			v_3	v_4
Частка витрат на особисте споживання	α_1	α_2	α_3	α_4
Частка витрат на виробничі потреби	β_1	β_2	β_3	β_4
Частка витрат на погашення боргу	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
Виробничі витрати			λ_3	λ_4
Частка кредитів, спрямованих на виробничі потреби	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
Частка кредитів, спрямованих на особисте споживання	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
Частка споживчого продукту у валовому виробництві			ε	
Частка промислового продукту в валовому виробництві			ω	
Податок на дохід	κ_0	κ_0	κ_0	κ_0
Коефіцієнт зношення виробничих фондів			χ_3	
Виробнича функція			F	
Функція попиту	Q	Q	Q	Q
Функція зарплати	S		S	
Функція кредитування	L	L	L	L
Ціна товару			P	
Ставка за кредит			μ	
Ставка податку на фонд заробітної плати			κ_1	

Будемо вважати, що економіка об'єднує два сектори – виробничий і банківський. У банківському секторі діють n_4 банків, в яких працюють n_2

працівників. У виробничому секторі діють n_3 підприємств, на яких працюють n_1 робітників та виготовляють один агрегований продукт ціною p . Частку ε цього продукту ($0 < \varepsilon \leq 1$) становить товар кінцевого споживання, частку ω – засоби виробництва ($0 < \omega \leq 1$; $\varepsilon + \omega = 1$).

Члени всіх груп мають заощадження (капітал) u_i ($i = \overline{1,4}$). Частки α_i ($i = \overline{1,4}$) цих заощаджень вони витрачають на особисте споживання ($0 \leq \alpha_i \leq 1$), частки β_i ($i = \overline{1,4}$) на виробничі потреби ($\beta_1, \beta_2 = 0$; $0 < \beta_3, \beta_4 \leq 1$), частки γ_i ($0 \leq \gamma_i < 1$; $i = \overline{1,4}$) – на погашення боргу за кредити ($\alpha_i + \beta_i + \gamma_i = 1$; $i = \overline{1,4}$).

Власники підприємств і банків мають виробничі фонди відповідно v_3, v_4 , які визначені кількістю обладнання на одне робоче місце.

Кількість виготовленого продукту описує виробнича функція $F(z, \zeta)$, залежна від капіталозабезпечення $z = \beta_3 u_3 / p$ і фондозабезпечення $\zeta = v_3 / p$.

Банки видають кредити за нетто-ставкою μ . Кількість кредитів, отриманих позичальником, описує функція кредитування $L(x)$ (попиту на кредити), залежна від кредитоспроможності позичальника на одиницю вартості товару $x_i = \gamma_i u_i / \mu p$ ($i = \overline{1,4}$). Частку δ_i ($i = \overline{1,4}$) отриманих кредитів позичальники спрямовують на виробничі потреби ($\delta_1, \delta_2 = 0$; $0 < \delta_3, \delta_4 \leq 1$). Частку σ_i ($i = \overline{1,4}$) кредитів ($0 < \sigma_3, \sigma_4 \leq 1$) позичальники спрямовують на особисте споживання ($\delta_i + \sigma_i = 1$; $i = \overline{1,4}$).

Кількість спожитого продукту описує функція попиту $Q(r)$, залежна від купівельної спроможності $r_i = \alpha_i u_i / p$ ($i = \overline{1,4}$). Функції кредитування $L(x)$ і попиту $Q(r)$ описують необхідність в товарах повсякчасної потреби та предметах довготривалого вжитку.

Робітники отримують зарплату $S(z)$, залежну від капіталозабезпечення банків і підприємств. Робітники, власники підприємств і банків платять

податок на дохід κ_0 . Виробничі витрати власників підприємств і банків становлять відповідно λ_3, λ_4 .

Будемо вважати заощадження u_i ($i = \overline{1,4}$) членів всіх груп учасників економіки, виробничі фонди v_i ($i = 3,4$) власників банків і підприємств, ціну товару p і процентну ставку μ за кредит динамічними змінними моделі/Встановимо рівняння моделі.

Швидкість зміни заощаджень u_1, u_2 робітників підприємств і банків залежить від різниці між їхніми доходами від зарплати, зменшеної на податок з доходу κ_0 , і видатками на споживання і погашення боргу за кредит:

$$\frac{du_1}{dt} = p \left[S \left(\frac{\beta_3 u_3}{p} \right) (1 - \kappa_0) - \mu L \left(\frac{\gamma_1 u_1}{\mu p} \right) - Q \left(\frac{\alpha_1 u_1 + \sigma_1 L(\gamma_1 u_1 / \mu p)}{p} \right) \right], \quad (5.2.1)$$

$$\frac{du_2}{dt} = p \left[S \left(\frac{\beta_4 u_4}{p} \right) (1 - \kappa_0) - \mu L \left(\frac{\gamma_2 u_2}{\mu p} \right) - Q \left(\frac{\alpha_2 u_2 + \sigma_2 L(\gamma_2 u_2 / \mu p)}{p} \right) \right]. \quad (5.2.2)$$

Пояснимо більш детально складові правої частини рівняння (5.2.1): $S(\beta_1 u_1 / p)$ – зарплата робітника виробничого підприємства (без оподаткування); $\beta_3 u_3 / p$ – капіталозабезпечення виробництва; $L(\gamma_1 u_1 / \mu p)$ – кількість кредитів, взятих робітником підприємства; $\mu L(\gamma_1 u_1 / \mu p)$ – відрахування на погашення кредиту робітником виробничого підприємства; $\sigma_1 L(\gamma_1 u_1 / \mu p)$ – кількість кредитів, взятих робітником підприємства для придбання споживчого товару; $\alpha_1 u_1 + \sigma_1 L(\gamma_1 u_1 / \mu p)$ – кількість власних і позичених коштів, спрямованих робітником виробничого підприємства на придбання споживчого товару. Вирази у рівнянні (5.2.2) мають аналогічний зміст щодо банківського сектора (для робітників типовою є ситуація, коли $\sigma_i = 1$; $i = 1,2$).

Швидкість зміни заощаджень u_3 власників підприємств залежить від різниці між їхніми доходами від збуту товару і видатками на виробничі

потреби, на зарплату робітникам, на особисте споживання та погашення боргу за кредит:

$$\begin{aligned}
 & -pQ\left(\frac{\alpha_3 u_3 + \sigma_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}\right) - p\mu L\left(\frac{\gamma_3 u_3}{\mu p}\right) - \frac{p}{n_3} n_1 (1 + \kappa_1) S\left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}\right) - \\
 & - p(\kappa_0 + \lambda_3) F\left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}, \frac{v_3}{p}\right). \quad (5.2.3)
 \end{aligned}$$

Швидкість зміни заощаджень u_4 власників банків залежить від різниці між їхніми доходами від наданих кредитів і видатками на зарплату робітникам, на особисте споживання і на погашення боргу:

$$\begin{aligned}
 \frac{du_4}{dt} &= \frac{p}{n_4} \mu \sum_{i=1}^4 n_i L\left(\frac{\gamma_i u_i}{\mu p}\right) - pQ\left(\frac{\alpha_4 u_4 + \sigma_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)}{p}\right) - \\
 & - p\mu L\left(\frac{\gamma_4 u_4}{\mu p}\right) - \frac{p}{n_4} n_2 (1 + \kappa_1) S\left(\frac{\beta_4 u_4 + \delta_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)}{p}\right). \quad (5.2.4)
 \end{aligned}$$

Швидкість зміни виробничих фондів підприємства v_3 залежить від різниці між обсягами нових введених в дію виробничих фондів й інтенсивністю їхнього зношення, котра пропорційна кількості виготовленого продукту:

$$\frac{dv_3}{dt} = \theta_{v_3} \left[\omega Q\left(\frac{\alpha_3 u_3 + \sigma_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}\right) - \chi_3 F\left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}, \frac{v_3}{p}\right) \right], \quad (5.2.5)$$

де θ_{v_3} – коефіцієнт інерційності, що описує інтенсивність заміни зношених виробничих фондів; χ_3 – коефіцієнт зносу виробничих фондів підприємств.

Швидкість зміни виробничих фондів банків v_4 залежить від різниці між обсягами введених в дію нових виробничих фондів і інтенсивністю їхнього зношення, котра пропорційна кількості виданих кредитів

$$\frac{dv_4}{dt} = \theta_{v_4} \left[\omega Q\left(\frac{\alpha_4 u_4 + \sigma_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)}{p}\right) - \frac{\chi_4}{n_4} \sum_{i=1}^4 n_i L\left(\frac{\gamma_i u_i}{\mu p}\right) \right], \quad (5.2.6)$$

де: θ_L – коефіцієнт інерційності, що описує інтенсивність заміни виробничих фондів в банках і χ_L – коефіцієнт зносу виробничих коштів в банках.

Якщо припустити, що ціна товару залежить від паритету інтересів виробників та споживачів, тоді швидкість зміни ціни p , пропорційна різниці між попитом і пропозицією

$$\frac{dp}{dt} = \theta_p \left[\sum_{i=1}^4 n_i Q \left(\frac{\alpha_i u_i + \sigma_i L(\gamma_i u_i / \mu p)}{p} \right) - n_3 F \left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}, \frac{v_3}{p} \right) \right], \quad (5.2.7)$$

де θ_p – коефіцієнт інерційності.

За емпіричними спостереженнями за економічною поведінкою банків в Україні можна твердити, що зміна ефективної процентної ставки μ (приведеної до ціни продукту p) не приводить до спадання загального обсягу банківського капіталу. Отже, поведінку власників (розпорядників) банківського капіталу описує таке рівняння

$$\frac{d\mu}{dt} = \theta_\mu \left[\bar{U}_4 - \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p) \right] \times \left[\mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p) - \underline{U}_4 \right], \quad (5.2.8)$$

де θ_μ – коефіцієнт інерційності, \bar{U}_4 – величина капіталу, якого прагне досягнути окремий банк шляхом підвищення ставки за кредити; \underline{U}_4 – мінімальний капітал, за якого банк здатен функціонувати. Зауважемо, що $\bar{U}_4 \geq u_4(t_0) \geq \underline{U}_4$, де t_0 – початковий момент часу. Якщо $u_4(t) \leq \underline{U}_4$, тоді $du_4 / dt = 0$.

Зауважимо, що модель (5.2.1)-(5.2.8) може бути у різний спосіб модифікована. Наприклад, якщо взяти до уваги той факт, що кредитна ставка μ залежить від балансу попиту на кредити та їхньої пропозиції, тоді її динаміку описувало таке рівняння

$$\frac{d\mu}{dt} = \theta_\mu \left[\sum_{i=1}^4 n_i \gamma_i u_i - \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p) \right], \quad (5.2.8a)$$

де θ_μ – коефіцієнт інерційності. Проте така ситуація не відповідає сучасному стану економіки України.

Рівняння (5.2.1)-(5.2.8) мають єдиний розв'язок за початкових умов

$$u_i^0 = u_i(t_0), (i = \overline{1,4}), v_i^0 = v_i(t_0), (i = 3,4), p_0 = p(t_0), \mu_0 = \mu(t_0). \quad (5.2.9)$$

Цей розв'язок нескладно знайти з допомогою числових методів на $t \in [t_0, t_k]$, де t_k – кінцевий момент розв'язування рівнянь (5.2.1)-(5.2.8).

Розв'язки рівнянь (5.2.1)-(5.2.8) дають засоби для дослідження закономірностей паритетності відносин між виробничим і банківським секторами економіки. Зокрема, за розв'язками рівнянь (5.2.1)-(5.2.8) легко визначити основні показники ефективності діяльності підприємства: собівартість товару, дохідність (капіталовіддачу) підприємства, його фондівіддачу, дохід банку, його дохідність (капіталовіддачу) й фондівіддачу та інші.

Дослідження часових залежностей зручне для вивчення закономірностей поведінки досліджуваного об'єкту – виробничих і банківських секторів економіки, для вироблення відповідного управління. Проте, безпосереднє застосування такої імітаційної моделі є незручним для дослідження найзагальніших процесів в ринковій економіці (тут – щодо взаємодії банків і виробників). Це пов'язано з необхідністю виконання багатьох експериментів й спільної інтерпретації їхніх результатів. Тому застосуємо підхід, який ґрунтується на якісному аналізі властивостей більш загальної моделі.

Спростимо запис рівнянь (5.2.1)-(5.2.7), (5.2.8а). Позначимо додатні й від'ємні доданки у правих частинах:

$$A_1 = p(1 - \kappa_0)S(\beta_3 u_3 / p);$$

$$B_1 = p \left[\mu L(\gamma_1 u_1 / \mu p) + Q \left(\left[\alpha_1 u_1 + \sigma_1 L(\gamma_1 u_1 / \mu p) \right] / p \right) \right];$$

$$A_2 = p(1 - \kappa_0)S(\beta_4 u_4 / p);$$

$$B_2 = p \left[\mu L(\gamma_2 u_2 / \mu p) + Q \left(\left[\alpha_2 u_2 + \sigma_2 L(\gamma_2 u_2 / \mu p) \right] / p \right) \right];$$

$$\begin{aligned}
A_3 &= \frac{p}{n_3} \sum_{i=1}^4 n_i Q([\alpha_i u_i^j + \sigma_i L(\gamma_i u_i / \mu p)] / p); \\
B_3 &= \frac{p}{n_3} n_1 (1 + \kappa_1) S\left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}\right) + p \mu L\left(\frac{\gamma_3 u_3}{\mu p}\right) + \\
&+ p(\kappa_0 + \lambda_3) F\left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}, \frac{v_3}{p}\right) + p Q\left(\frac{\alpha_3 u_3 + \sigma_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}\right); \\
A_4 &= \frac{p}{n_3} \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p); \\
B_4 &= p \mu L\left(\frac{\gamma_4 u_4}{\mu p}\right) + \frac{p}{n_4} n_2 (1 + \kappa_1) S\left(\frac{\beta_4 u_4 + \delta_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)}{p}\right) + \\
&+ p Q\left(\frac{\alpha_4 u_4 + \sigma_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)}{p}\right); \\
A_5 &= Q_{v_3} \omega Q([\alpha_3 u_3 + \sigma_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)] / p); \\
B_5 &= Q_{v_3} \chi_3 F([\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)] / p, v_3 / p); \\
A_6 &= Q_{v_4} \omega Q([\alpha_4 u_4 + \sigma_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)] / p); B_6 = Q_{v_4} \frac{\chi_4}{n_4} \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p); \\
A_7 &= \theta_p \sum_{i=1}^4 n_i Q([\alpha_i u_i + \sigma_i L(\gamma_i u_i / \mu p)] / p); \\
B_7 &= \theta_p n_3 F([\beta_3 u_3 + \delta_3 L(\gamma_3 u_3 / \mu p)] / p, v_3 / p); \\
A_8 &= \theta_\mu \sum_{i=1}^4 n_i \gamma_i u_i; B_8 = \theta_\mu \mu \sum_{i=1}^4 n_i L(\gamma_i u_i / \mu p).
\end{aligned}$$

Також додатково врахуємо, що кожна з динамічних змінних залежить не лише від детермінованих складових, а й від випадкових впливів, що описують випадкові доходи і витрати, випадкові зміни виробничих фондів, ціни і ставки за кредит. У прийнятих позначеннях рівняння моделі набувають такого виду:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \\ v_3 \\ v_4 \\ p \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 - B_1 \\ A_2 - B_2 \\ A_3 - B_3 \\ A_4 - B_4 \\ A_5 - B_5 \\ A_6 - B_6 \\ A_7 - B_7 \\ A_8 - B_8 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \xi_1(t) \\ \xi_2(t) \\ \xi_3(t) \\ \xi_4(t) \\ \xi_5(t) \\ \xi_6(t) \\ \xi_7(t) \\ \xi_8(t) \end{bmatrix},$$

де $\xi_i(t)$ – функція, яка імітує випадкові грошові доходи і видатки робітників членів i -тої групи ($i = \overline{1,4}$), випадкове збільшення або зменшення розміру виробничих фондів підприємств і банків ($i = \overline{3,4}$), випадкові зміни ціни товару, ставки за кредит. Функції $\xi_i(t)$ ($i = \overline{1,8}$) мають нульове математичне сподівання.

Щоб спростити форму рівнянь, введемо нові позначення для динамічних змінних:

$$x_i = u_i \quad (i = \overline{1,4}); \quad x_5 = v_3; \quad x_6 = v_4; \quad x_7 = p; \quad x_8 = \mu.$$

У цих позначеннях рівняння моделі взаємодії банківського і виробничого секторів набувають вигляду:

$$\frac{d}{dt} x_i = A_i(x) - B_i(x) + \xi_i(t); \quad (i = \overline{1,8}), \quad (5.2.10)$$

де $x = (x_1, \dots, x_8)^T$. У правих частинах рівнянь (5.2.10) записано різницю двох доданків $(A_i - B_i)$, які відображають суперпозицію двох протилежно направлених зовнішніх впливів на динамічну змінну x_i ($i = \overline{1,8}$). Випадкова функція з нульовим середнім значенням $\xi_i(t)$ ($i = \overline{1,8}$) відображає випадкові відхилення відповідної динамічної змінної.

Розглянемо властивості системи (5.2.10). Рівняння (5.2.10) належить до рівнянь типу Ланжевена, в яких швидкість динамічної змінної адитивно залежить

від випадкової функції. Йому відповідає рівняння Фокера-Планка-Колмогорова відносно розподілу (густини ймовірності) $\rho(x)$ залежно від змінних стану x_i ($i = \overline{1,8}$), яке у загальному випадку має 8-й порядок, а його розв'язок є функцією, залежною від 8-ми аргументів.

Знаходити такий розв'язок та аналізувати його властивості складно. Тому, суттєво не обмежуючи економічного змісту поставленої задачі приймемо такі припущення. По-перше, вважатимемо, що функції $\xi_i(t)$ ($i = \overline{1,8}$) статистично незалежні. Це дає підстави виразити розподіл $\rho(x)$ через добуток розподілів $\rho_i(x_i)$, встановлених окремо для кожного з рівнянь системи (5.2.10):

$$\rho(x) = \prod_{i=1}^8 \rho_i(x_i). \quad (5.2.11)$$

Додатковою передумовою знаходження розподілу $\rho(x)$ через $\rho_i(x_i)$ ($i = \overline{1,8}$) за формулою (5.2.11) є припущення про те, що одна з динамічних змінних x_i ($i \in [1,8]$) є випадковою величиною, залежною від функції $\xi_i(t)$ ($i = \overline{1,8}$), а решта динамічних змінних є сталими величинами $x_j = const$ ($j \in [1,8]; j \neq i$). Таке припущення (умовна «стаціонарна гіпотеза») не обмежує економічної загальності задачі. За прийнятих припущень розподіл кількості економічних об'єктів, пов'язаних з динамічними змінними x_i ($i = \overline{1,8}$), описує рівняння

$$\frac{\partial \rho_i(x_i)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[(A_i(x) - B_i(x)) \rho_i(x_i) \right] + \frac{1}{2} G_i \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} \rho_i(x_i), \quad (i = \overline{1,8}), \quad (5.2.12)$$

де співмножник G_i називають коефіцієнтом дифузії. Стаціонарні розв'язки рівнянь відомі, тобто

$$\rho_i(x_i) = \rho_{0i} \exp(-2V_i(x_i)/G_i^2), \quad (5.2.13)$$

де ρ_{0i} – коефіцієнт нормування, вибраний з умови $\int_0^\infty \rho_i(x_i) dx_i = 1$;
 потенціал V_i визначено за формулою

$$V_i(x_i) = \int_0^{x_i} [A_i(x) - B_i(x)] dx_i, \quad (i = \overline{1,8}). \quad (5.2.14)$$

Тоді загальний розподіл як функцію 8-ми аргументів описує добуток (5.2.11). Додамо, що загальний скалярний потенціал системи (5.2.10) за прийнятої «стаціонарної гіпотези» дорівнює сумі потенціалів (5.2.13):

$$V(x) = \sum_{i=1}^8 V_i(x_i). \quad (5.2.15)$$

Максимуми розподілів $\rho_i(x_i)$ ($i = 1,8$) припадають на точки мінімумів потенціалу $V_i(x_i)$ ($i = 1,8$). Абсциси екстремумів потенціалу $V_i(x_i)$ ($i = 1,8$) є розв'язками рівнянь

$$A_i(x) - B_i(x) = 0; \quad (i = 1,8). \quad (5.2.16)$$

Потенціал $V(x)$, визначений за формулою (5.2.15), задає поверхню у дев'ятивимірному просторі. Мінімуми цього потенціалу відображають стійкі соціально-економічні утворення. Координати локальних екстремумів потенціалу $V(x)$ розміщені в точках, що є розв'язками рівнянь (5.2.16).

Встановивши загальні форми розв'язків динамічної системи (5.2.10), далі розглянемо, економічні процеси і соціально-економічні структури, які виникають у ній. Закономірності виникнення стійких станів в групах учасників економіки зі сталим доходом детально описано раніше. Функція споживання $Q(r)$ має дві суміжні області опуклості вгору, які відповідають споживанню товарів повсякчасної потреби і товарів довготривалого вжитку.

Функція попиту на кредити має також принаймні дві області опуклості, які пов'язані з позичкою (залученням) коштів для придбання товарів повсякчасної потреби і позичкою коштів для придбання товарів довготривалого вжитку, включаючи виробничі фонди. Проміжна область вгину між областями опуклості $L(r)$ зміщена вліво відносно функції $Q(r)$.

Це пов'язано з тим, що через нестачу власних грошей для придбання товару повсякчасної потреби споживач вимушений позичати («залучати позичені») кошти. Отже, функція $Q(L(r))$ за відповідних значеннях параметрів має три області опуклості. Ілюстративні графіки функцій $Q(r)$, $L(r)$, показано на рис. 5.2.2.



Рис. 5.2.2. Схематичні графіки функцій $Q(r), L(r), Q(L(r))$

Розглянемо імітаційні розв'язки моделі. Розв'язки рівнянь $A_i(x) - B_i(x) = 0$ для груп робітників ($i=1,2$) за трьох різних зарплат s_A, s_B, s_C показано на рисунку 5.2.3. В точках $A_i(x) = B_i(x)$ ($i=1,2$) розподіл $\rho_i(x_i)$ ($i=1,2$) має максимум. За різних зарплат ці максимуми лежать в різних областях фінансової спроможності, що характеризує економічні групи робітників, які купують товари повсякчасної потреби і довготривалого вжитку за власні і позичені кошти.

За зарплати s_A розподіл кількості робітників за величиною купівельної спроможності має максимум в точці r_A , і відповідно характеризує групу споживачів, які купують товари повсякчасної потреби лише за власні кошти (група А на рис. 5.2.3). За зарплати s_B і відповідно максимуму в точці r_B , виникає

група споживачів, які купують лише товари повсякчасної потреби за власні кошти і за залучені кошти (група В).

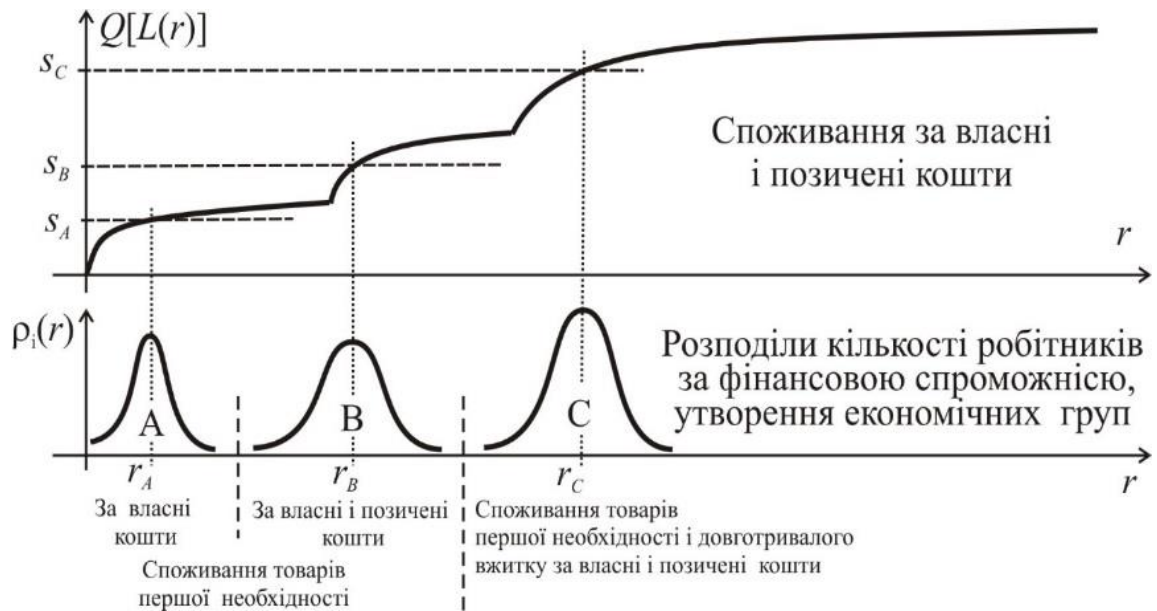


Рис. 5.2.3. Ілюстрація до процесу утворення економічних груп робітників за різних розмірів зарплати

Доданок A_3 складений лінійною комбінацією функцій $Q(L(r))$, доданок B_3 – це лінійна комбінація двох всюди опуклих функцій $S(z)$, $F(z)$ і функції $L(r)$, яка має дві суміжні області опуклості. Схематично графічна ілюстрація до розв'язування цього рівняння зображена на рис. 5.2.4. На цьому ж рисунку показано схематичний графік розподілу кількості підприємців за величиною фінансової спроможності.

Розподіл кількості власників підприємств за величиною фінансової спроможності описано в розділі 3. З урахуванням залучення виробниками кредитних коштів отримуємо таке уточнення щодо закономірностей виробничої діяльності підприємств у низькопродуктивному стані (стан S_1). Власники підприємств, які мають фінансову спроможність меншу за прожитковий мінімум, беруть кредити для придбання споживчих товарів повсякчасної потреби і для придбання товарів (ресурсів), необхідних для виробничої діяльності. Тобто, низькопродуктивний стан ринкової економіки,

детально описаний в попередніх розділах, має ще одну важливу економічну ознаку. Підприємці вимушені брати кредити, щоб зберегти виробничу діяльність, але через низький попит на їхню продукцію – не можуть отримати доходу, необхідного для погашення кредиту. За таких умов актуальними стають небанківські форми кредитування.

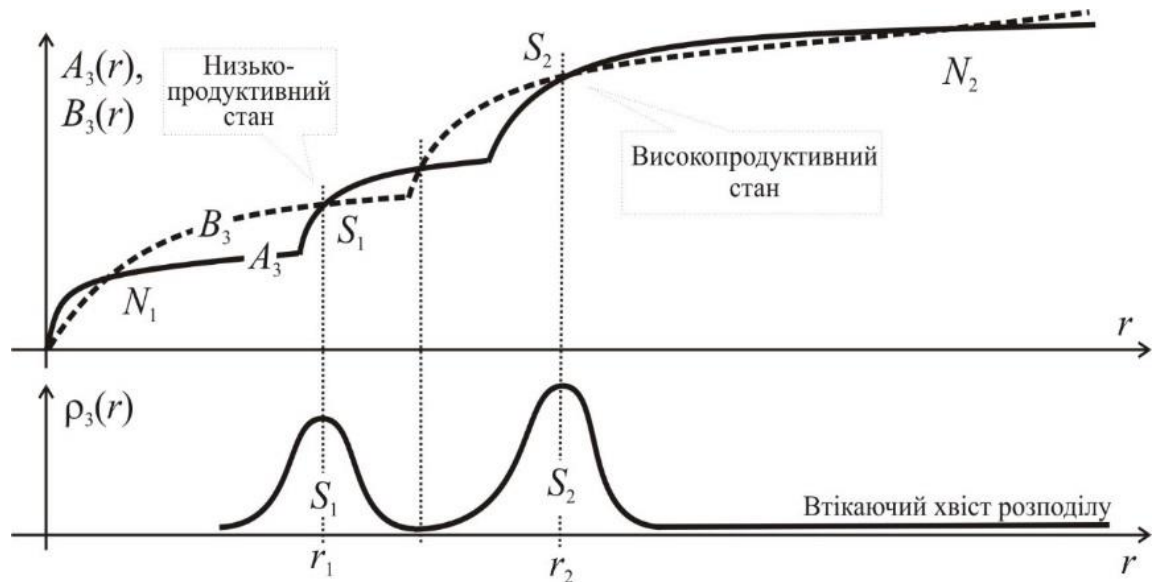


Рис. 5.2.4. Схематична ілюстрація розв'язків рівняння (5.2.16) для групи власників підприємств ($i = 3$) та графік відповідного розподілу кількості власників підприємств за величиною фінансової спроможності

Результати залучення кредитів підприємствами у станах S_1 і S_2 мають різні соціально-економічні наслідки. Так, якщо ціна товару і ставка за кредит залежать від співвідношення відповідних попиту і пропозиції, то видатки на погашення боргу згодом стають меншими за вартість виробленої продукції

$$\int_{t_0}^{t_k} \mu p L \left(\frac{\gamma_3 u_3}{\mu p} \right) dt < \int_{t_0}^{t_k} p (1 + \kappa_0 + \lambda_3) F \left(\frac{\beta_3 u_3 + \delta_3 L (\gamma_3 u_3 / \mu p)}{p}, \frac{v_3}{p} \right) dt, \text{ де}$$

проміжок часу ($t_k - t_0$) є більшим за термін окупності кредиту. Тому за умов «майже повного» платоспроможного попиту на товари повсякчасної потреби і довготривалого вжитку залучення кредитів приведе до збільшення заощаджень власників підприємств $du_3/dt > 0$. Причому залучення кредитів

власниками підприємств у стані S_2 (у високопродуктивній економіці) позначається на зміні їхньої дохідності через зміну співвідношень у правій частині рівняння (5.2.3). Відповідне зміщення координати максимуму r_2 , не позначається на соціальній структурі суспільства.

Тобто, за умов платоспроможного попиту на вироблену продукцію взаємодія виробничих і банківських секторів економіки приводить до збільшення заощаджень, капіталу, споживання власників підприємств (та робітників). Умова наявності платоспроможного попиту означає, що в околі точки r_2 функції $Q(r)$ і $F(r)$ є приблизно рівні.

У стані S_1 залучення коштів приводить до зменшення або збільшення фінансової спроможності власника підприємства. Це пов'язано з тим, що в околі точки r_1 функції $Q(r)$ і $F(r)$ суттєво відрізняються. Коли фінансова спроможність власника підприємства змінюється в околі точки r_1 , відбувається зміна типу поведінки.

Якщо ж взятий кредит не привів до збільшення доданку з функцією $F(z)$ в рівнянні (5.2.3), а споживання залишилося меншим пропозиції, тоді $du_3/dt < 0$. Це означає, що в низькопродуктивній економіці за невисокої купівельної спроможності споживачів побутового або промислового товару наявність банківського сектора в економіці призводить до погіршення фінансової спроможності власників підприємств.

Розглянемо стійкі стани, які виникають в банківському секторі економіки. В такій системі (за відповідних параметрів функцій S , L , Q , функції $L(r)$) мають дві області опуклості. Виникають два стійкі рівноважні стани, які відповідають низькопродуктивному та високопродуктивному станам (рис. 5.2.5). Це підтверджує існування в ринковій економіці двох типів «банків» – фінансові установи з низькою та високою фінансовою спроможністю та «банки» з малим капіталом» (кредитні спілки, ломбарди, підприємства, що видають небанківські кредити, так звані відділення банку з

«власним балансом»).

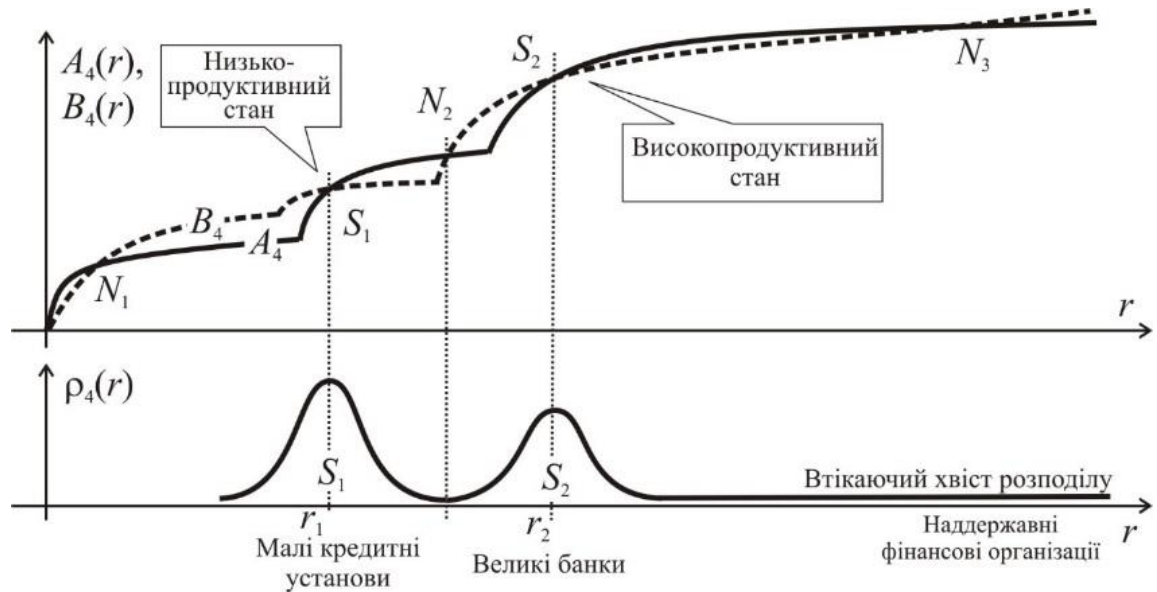


Рис. 5.2.5. Схематична ілюстрація до розв'язування рівняння (5.2.16) для групи власників банків ($i = 4$) та графік відповідного розподілу кількості власників банків за величиною фінансової спроможності

Точкою N_3 (рис. 5.2.5) позначено рівноважний нестійкий стан, який «існує поки збільшується фінансова спроможність банку». У такому стані перебувають транснаціональні банки і наддержавні фінансові установи. Взаємодія власників підприємств з ними призводить до зниження їхньої фінансової спроможності, інакше стан N_3 зникає через біфуркацію та злиття зі стійким станом S_2 .

Зіставляючи рівняння динаміки капіталу власників підприємств і банків (5.2.3), (5.2.4) з рівняннями динаміки виробничих фондів підприємств і банків (5.2.5), (5.2.6), легко зауважити, що вони описують стійкі і нестійкі соціально-економічні утворення – стійкі групи власників підприємств і банків з малим і великим капіталом та відповідними розмірами виробничих фондів. Нестійкі соціально-економічні утворення – це групи власників підприємств і банків з малим і великим капіталом та невідповідними розмірами виробничих фондів.

Рівняння типу Ланжевена системи (5.2.10) при $i = \overline{1,6}$ описують зміну

заощаджень учасників економіки, а відповідні їм рівняння Фокера-Планка-Колмогорова в системі (5.2.12) описують розподіл кількості учасників економіки за їхніми заощадженнями.

Рівняння системи (5.2.10) при $i=7$ описує зміну ціни товару з урахуванням її випадкових відхилень, описаних функцією $\xi_7(t)$. Відповідне йому рівняння Фокера-Планка-Колмогорова в системі (5.2.12) при $i=7$ описує закон розподілу кількості операцій купівлі-продажу за ціною. Ці операції виконують або всі учасники економіки, або один з них. Якщо прийняти ергодичну гіпотезу, тоді густина ймовірності ціни $\rho_p(p)$ в торгових операціях, виконаних одним учасником економіки протягом тривалого часу, дорівнює густині ймовірності ціни в торгових операціях, виконаних всіма учасниками економіки одночасно. Інакше розв'язок $\rho_p(p)$ рівняння при $i=7$ в системі (5.2.12) задає закон розподілу ціни товару в усіх операціях, які виконують учасники економіки в момент часу t .

Розглянемо властивості потенціалу $V_p(p)$ і розподілу $\rho_p(p)$, які описують структуру ціни товару з урахуванням залучення виробниками банківських коштів. Стани рівноваги в системі

$$dp/dt = A_7 - B_7 + \xi_p(t)$$

відповідають розв'язкам рівняння $A_7 - B_7 = 0$. Доданок A_7 – це лінійна комбінація функцій $Q(L(r))$, яка має принаймні три області опуклості. Доданок B_7 заданий функцією $F(L(r))$, яка має дві області опуклості. Графічна ілюстрація розв'язування рівняння, а також схематичні графіки потенціалу $V_p(p)$ та закону розподілу $\rho_p(p)$ зображено на рис. 5.2.6. На цьому рисунку проілюстровано графіки функцій A_7, B_7 , які перетинаються в шести точках, що відповідає типовій економічній ситуації. В точках p_1, p_2 виникають рівноважні стани, в яких ціна є сталою $dp/dt = 0$. Рівноважні стани, позначені символами S_1, S_2 , є стійкими. Між точками p_1 і p_2

розміщений максимум потенціалу $V_p(p)$. Перехід від переважно низької ціни p_1 до переважно високої ціни p_2 відбувається через стохастичний резонанс.

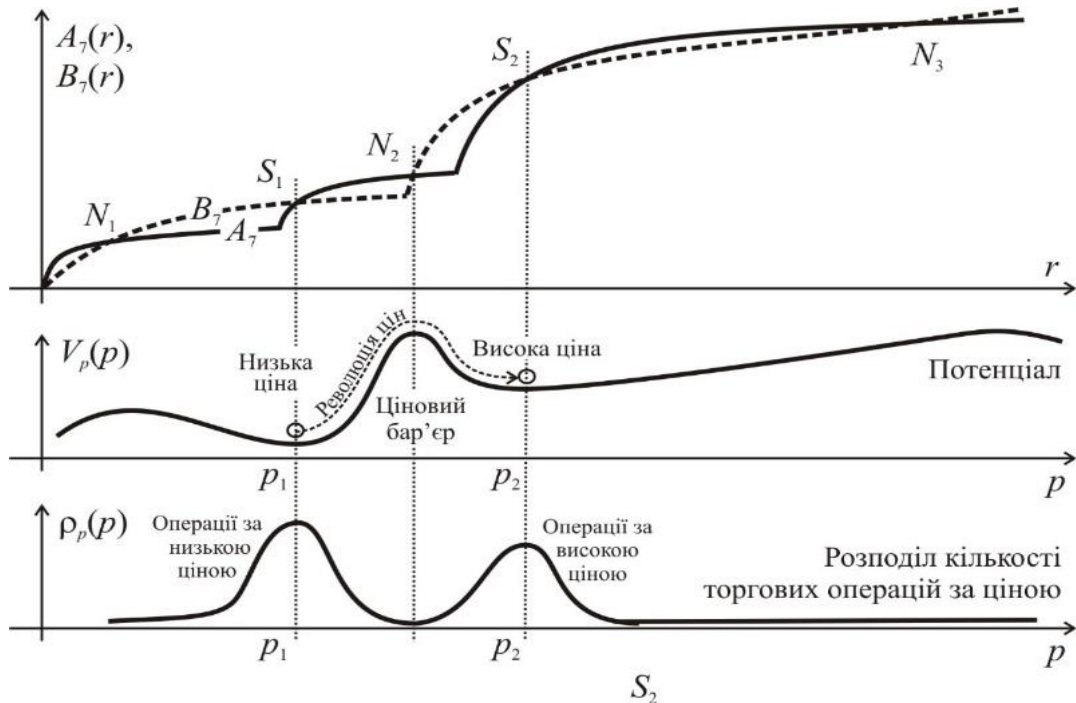


Рис. 5.2.6. Схематична ілюстрація до розв'язування рівняння (5.2.16) для ціни ($i = 7$) та графік відповідного потенціалу $V_p(p)$ й густини розподілу ціни $\rho_p(p)$

Між'ямний перехід економіки Західної Європи зі стану S_1 в стан S_2 історично відомий як «революція цін» 16-17 століть. На рис. 5.2.7 схематично показано утворення двох різних розподілів кількості торгових операцій за ціною $\rho_p(p)$ в Україні і Західній Європі за одних і тих же функцій A_7, B_7 (які описують технологічну продуктивність й економічну поведінку).

Розглянемо рівняння системи (5.2.10) при $i = 8$, що описує швидкість зміни ставки за кредит μ . Відповідне йому рівняння в системі (5.2.12) описує розподіл $\rho_\mu(\mu)$ кількості операцій кредитування за величиною кредитної ставки μ .

Дохід банку від кредитної діяльності описує рівняння (5.2.4). Запишемо

на основі цього рівняння величину сумарних доходів і видатків банку з урахуванням розподілу кількості учасників економіки за величиною заощаджень.

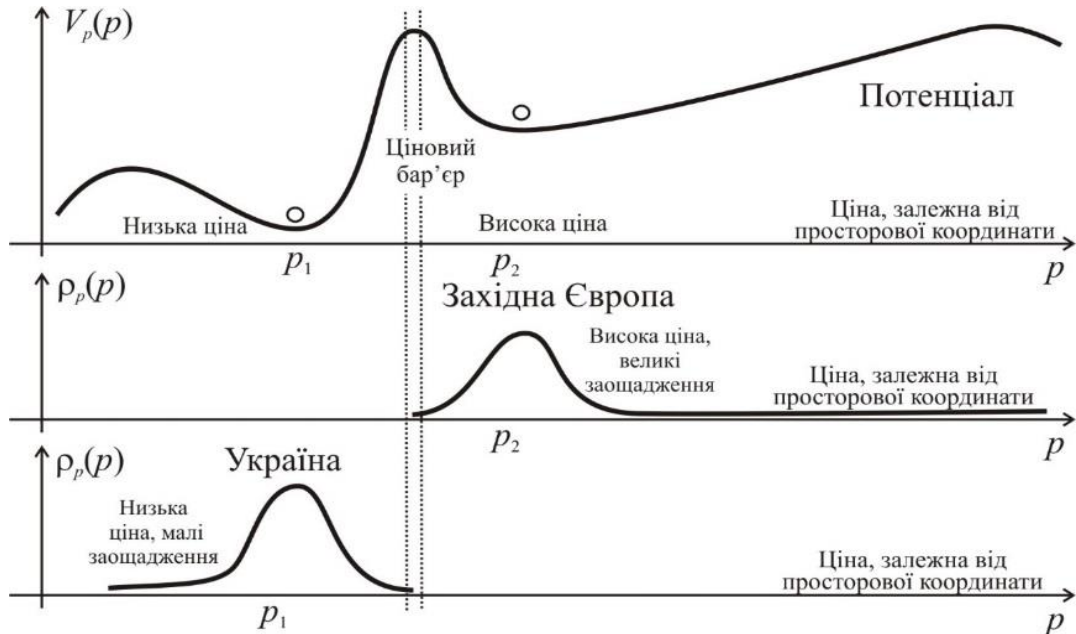


Рис. 5.2.7. Схематична ілюстрація виникнення двох розподілів кількості торгових операцій залежно від ціни товару $\rho_p(p)$ в двох суміжних економіках з ідентичними функціями поведінки

Сумарний дохід банків від виданих кредитів можна виразити через розподіл кількості позичальників за їхніми заощадженнями:

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^4 \int_0^{\infty} \mu p \rho_i(u_i) L(\gamma_i u_i / \mu p) du_i.$$

Виробничі витрати банків пропорційні кількості виданих кредитів і видаткам на зарплату:

$$\bar{W} = \int_0^{\infty} \mu p \rho_4(u_4) L\left(\frac{\beta_4 u_4}{\mu p}\right) du_4 + \int_0^{\infty} p(1 + \kappa_1) \rho_4(u_4) S\left(\frac{\beta_4 u_4 + \delta_4 L(\gamma_4 u_4 / \mu p)}{p}\right) du_4.$$

Якщо банк позичає (залучає) кредити в інших банків і повністю їх видає позичальникам, тоді за $\gamma_4 = \beta_4$ у виразах \bar{L}, \bar{W} пропадає перший

доданок, а частка залученого капіталу не впливає на зарплату ($\delta_4 = 0$):

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^3 \int_0^{\infty} \mu p \rho_i(u_i) L(\gamma_i u_i / \mu p) du_i,$$

$$\bar{W} = \int_0^{\infty} p(1 + \kappa_1) \rho_4(u_4) S(\beta_4 u_4 / p) du_4.$$

За умови $\gamma_i = \bar{\gamma}$ ($i=1,2,3$) загальний обсяг доходів від виданих кредитів \bar{L} для груп ($i=1,2,3$) споживачів виражає інтеграл від добутку функції L на розподіл $\bar{\rho}_u(u)$ та описує кількість членів груп $i=1,2,3$ за величиною заощаджень:

$$\bar{L} = \int_0^{\infty} \mu p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma} u / \mu p) du.$$

У першому наближенні виробничі видатки \bar{W} пропорційні доходу від виданих кредитів, тобто

$$p(1 + \kappa_1) \rho_4(u_4) S(\beta_4 u_4 / p) = k p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma} u / \mu p),$$

$$\bar{W} = \int_0^{\infty} k p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma} u / \mu p) du,$$

де k – витрати на видачу одиниці кредиту. В загальному випадку такі питомі витрати k залежать від кредитної ставки, проте для коротких проміжків часу їх вважатимемо сталими.

Якщо банк витрачає доходи лише на зарплату, споживачі витрачають всі доходи на споживання, тоді $\alpha = 1$.

Прибуток власника банку становить різницю між доходом від плати за видані кредити \bar{L} і виробничими видатками \bar{W} :

$$\pi = \bar{L} - \bar{W} = \int_0^{\infty} \mu p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma} u / \mu p) du - \int_0^{\infty} k p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma} u / \mu p) du. \quad (5.2.17)$$

Прибуток банку π залежить від ставки за кредит $\pi = \pi(\mu)$. Здебільшого за такої стратегії задача ефективного управління банком полягає

у тому, щоб вибрати таку ставку μ , за якої банк отримає найбільший прибуток:

$$\max_{\mu} \pi(\mu). \quad (5.2.18)$$

Прибуток $\pi(\mu)$ досягає екстремуму за умови

$$\frac{d}{d\mu} \pi(\mu) = 0.$$

Щоб знайти ставку за кредит, за якої банк отримує найбільший прибуток (5.2.18), – знайдемо екстремум функції $\pi = \pi(\mu)$, вираженої співвідношенням (5.2.18), із умови

$$\frac{d}{d\mu} \left[\int_0^{\infty} \mu p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma}u/\mu p) du - \int_0^{\infty} k p \bar{\rho}_u(u) L(\bar{\gamma}u/\mu p) du \right] = 0. \quad (5.2.19)$$

Перенесемо в рівнянні (5.2.19) диференціювання під знак інтегралу.

Матимемо:

$$\int_0^{\infty} p \bar{\rho}_u(u) \frac{d}{d\mu} [\mu L(\bar{\gamma}u/\mu p)] du - \int_0^{\infty} p \bar{\rho}_u(u) \frac{d}{d\mu} [k L(\bar{\gamma}u/\mu p)] du = 0$$

або

$$\int_0^{\infty} p \bar{\rho}_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(\bar{\gamma}u/\mu p) \mu + L(\bar{\gamma}u/\mu p) \frac{d\mu}{d\mu} \right] du - \int_0^{\infty} p \bar{\rho}_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(\bar{\gamma}u/\mu p) k + L(\bar{\gamma}u/\mu p) \frac{dk}{d\mu} \right] du = 0.$$

Відкинемо похідну від сталої k (оскільки $dk/d\mu = 0$) і отримаємо рівність

$$\int_0^{\infty} p \bar{\rho}_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(\bar{\gamma}u/\mu p) \mu + L(\bar{\gamma}u/\mu p) \frac{d\mu}{d\mu} \right] du - \int_0^{\infty} p \bar{\rho}_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(\bar{\gamma}u/\mu p) k \right] du = 0.$$

Оскільки

$$\int_0^{\infty} p\bar{\rho}_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(\bar{\gamma}u/\mu p) \mu + L(\bar{\gamma}u/\mu p) \frac{d\mu}{d\mu} \right] du -$$

$$-k \int_0^{\infty} p\bar{\rho}_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(\bar{\gamma}u/\mu p) \right] du = 0,$$

то помноживши це рівняння на $\bar{\gamma}$, позначивши $\bar{u} = \bar{\gamma}u$ і опустивши верхню риску в позначеннях \bar{u} , $\bar{\rho}_u$, одержимо співвідношення

$$\int_0^{\infty} p\rho_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(u/\mu p) \mu + L(u/\mu p) \frac{d\mu}{d\mu} \right] du -$$

$$-k \int_0^{\infty} p\rho_u(u) \left[\frac{d}{d\mu} L(u/\mu p) \right] du = 0.$$

Замінімо аргументи $u = \mu pr$, $u/\mu p = r$ у функціях $\bar{\rho}_u(u)$ і $L(u/\mu p)$ та отримаємо:

$$\int_0^{\infty} \rho(pr) \left[\frac{dL(r)}{d\mu} \mu + L(r) \right] du - k \int_0^{\infty} \rho(pr) \frac{dL(r)}{d\mu} du = 0. \quad (5.2.20)$$

Рівняння (5.2.20) має таку ж структуру, як рівняння (5.2.6), за допомогою якого визначено оптимальну ціну товару. Знайдемо, за яких умов це рівняння має розв'язки.

Позначимо

$$A = \int_0^{\infty} \rho(\mu r) \left[\frac{dL(r)}{d\mu} \mu + L(\mu) \right] du; \quad B = -k \int_0^{\infty} \rho(pr) \frac{dL(r)}{d\mu} du.$$

Візьмемо похідну $dL(r)/d\mu$, замінивши змінну диференціювання:

$$\frac{d}{d\mu} L(r) = \frac{d}{d\mu} L(u/p\mu) = \frac{dL(u/p\mu)}{d(u/p\mu)} \frac{d}{d\mu} (u/p\mu) = -\frac{u}{\mu^2} \frac{dL(u/p\mu)}{d(u/p\mu)}.$$

Підставимо знайдену похідну $dL(r)/d\mu$ у вираз A і спростимо його:

$$A = \int_0^{\infty} \rho(pr) L(r) du + \mu \int_0^{\infty} \rho(pr) \left[-\frac{u}{\mu^2} \frac{dL(u/p\mu)}{d(u/p\mu)} \right] du = \int_0^{\infty} \rho(pr) L(r) du -$$

$$\begin{aligned}
-\int_0^{\infty} \rho(pr) \frac{\mu u}{\mu^2} \frac{L(r)}{L(r)} \frac{dL(r)}{d(r)} du &= \int_0^{\infty} \rho(pr) \left[1 - \frac{\mu u}{\mu^2} \frac{1}{L(r)} \frac{dL(r)}{d(r)} \right] du = \\
&= \int_0^{\infty} \rho(pr) \left[1 - \frac{r}{L(r)} \frac{dL(r)}{d(r)} \right] du.
\end{aligned}$$

Розглянемо обставини, коли кредити беруть лише для придбання товарів повсякчасної потреби. Функція попиту на кредити $L(r)$ під час споживання лише товарів повсякчасної потреби є всюди опуклою, оскільки вона не описує споживання товарів довготривалого вжитку.

Оскільки, $dL(r)/dr > 0$ і $d^2L(r)/dr^2 < 0$ (це пов'язано з тим, що позичальник витрачає лише частину наявних у них коштів на погашення кредиту), впливає, що

$$\frac{r}{L(r)} \frac{dL(r)}{d(r)} < 1 \text{ при всіх } r > 0.$$

Звідси випливає, що $A > 0$ за $r > 0$.

Так само переконуємося, що доданок B у виразі (5.2.20) також є додатним. Підставивши $dL(r)/d\mu$ у вираз для B , отримуємо

$$B = -k \int_0^{\infty} \rho(pr) \left[-\frac{u}{\mu^2} \frac{dL(u/p)}{d(u/p)} \right] du.$$

Функція споживання товарів повсякчасної потреби всюди зростає, це означає, що її похідна завжди додатна:

$$\frac{dL(r)}{d(r)} > 0 \text{ при всіх } r > 0.$$

Отже, за умов залучення кредитів лише для споживання товарів повсякчасної потреби рівняння (5.2.19) не має розв'язків, тому прибуток кредитодавця $\pi(\mu)$ як функція ставки за кредит для придбання товарів і послуг повсякчасної потреби не має локального максимуму. Похідна, записана справа у рівнянні (5.2.17), завжди більша нуля:

$$\frac{d}{d\mu} \pi(\mu) > 0 \text{ при всіх } r > 0.$$

З цього випливає висновок, що кредитування виробничих потреб, які дають дохід на рівні прожиткового мінімуму, також призводить до необмеженого зростання ставок за кредит. У сучасній економіці України ця закономірність проявляється у встановленні високої плати за кредити для підприємців, а також її пов'язують з «високими ставками за короткотермінові кредити».

Перетворюючи рівняння (5.2.1.19) до (5.2.1.20), замінено добуток $r\mu$ на μ . Це вказує, що кредитування споживання і виробництва товарів повсякчасної потреби призводить до необмеженого зростання ціни товару p й ставки за кредит μ , що приводить до збільшення ціни товару і ставки за кредит. Тобто, наявність банківського сектора в низькопродуктивній економіці, посилює дію ринкової економіки як «демона Максвелла», який «сортує» людей на «бідних і багатих». Держава має бути зацікавлена у створенні неринкового фінансового кредитування споживачів, які купують товари повсякчасної потреби й виробників, котрі виробляють товари повсякчасної потреби й отримують дохід на рівні прожиткових потреб.

Якщо позичальники беруть кредити для придбання та виробництва товарів довготривалого вжитку, тоді функція $L(r)$ має область вгину. За цієї умови рівняння (5.2.19) має розв'язок, а функція $\max \pi(\mu)$ має локальний екстремум. За кредитної ставки, яка відповідає точці екстремуму $\pi(\mu)$, банки отримують найбільші доходи. Підвищення або зниження кредитної ставки відносно цього оптимального значення (його позначають $\mu_{opt} = \arg \max \pi(\mu)$) веде до зниження доходів банку. Тобто «оптимальна ринкова» ставка за кредити виникає лише в економіці, де переважну кількість кредитів беруть для придбання і виробництва товарів довготривалого вжитку.

Сучасна ринкова теорія поширює твердження про те, що «низькопродуктивні економіки потребують кредитів». Тим часом,

кредитування потреб повсякчасної потреби без обмежуючих регуляторних засобів призводить до збіднення більшості населення через необмежене підвищення кредитних ставок й ціни товару. Навпаки, кредитування виробництва і споживання товарів довготривалого вжитку приносить найбільший дохід за обмеженої «оптимальної» кредитної ставки, що також позначається на встановленні «оптимальної ринкової» ціни товару. Це призводить до двох надзвичайно шкідливих наслідків. Окремі виробники країн з низькопродуктивною економікою не можуть підвищити свою фінансову спроможність до рівня високопродуктивної економіки. Країни з низькопродуктивною економікою опиняються у безвиглядній борговій залежності.

На основі даної моделі покажемо як глобальна фінансово-економічна криза, що почалася 2008 року, позначилася на економіці України. Для розв'язання цієї задачі розглянемо спрощену модель взаємодіє виробничих й банківських секторів економіки.

Нехай один агрегований товар ціною p і один кредит «ціною» (нетто-ставкою) μ купують робітники виробничого й банківського секторів (їх кількість n_1), котрі мають заощадження розміром u_1 . Власники виробничих підприємств (n_2) й банкіри (n_3) мають заощадження розміром відповідно u_2 , u_3 , котрі витрачають на особисте споживання (частку g_2 , g_3) та виробничі потреби. Вважатимемо, що товар купують члени всіх груп, а кредити беруть робітники й власники виробничих підприємств.

Кількість спожитого продукту описує функція $Q(r)$, залежна від купівельної спроможності $r = u / p$. Обсяг виробництва описує виробнича функція $F(z)$, залежна від питомого капіталозабезпечення виробництва $z = u / p$. Обсяг позичених кредитів описує функція кредитування $L(x)$, залежна від кредитоспроможності на одиницю вартості товару $x = u / (\mu p)$.

Спрямованням кредитів (на побутові чи виробничі потреби) знехтуємо. При таких припущеннях динаміку заощаджень описують наступні рівняння:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{du_1}{dt} = p \left[S \left(\frac{(1-g_2)u_2}{p} \right) (1-\kappa_0 - \mu) - \right. \\ \left. - \mu L \left(\frac{u_1}{\mu p} \right) - Q \left(\frac{u_1}{p} \right) \right], \\ \frac{du_2}{dt} = \frac{p}{n_2} \left[\sum_{i=1}^3 n_i Q \left(\frac{g_i u_i}{p} \right) + Q_e(t) - \mu L \left(\frac{u_2}{\mu p} \right) - \right. \\ \left. - n_1 D_2 (\kappa_0 + \kappa_1 + \lambda_2 + \mu) F \left(\frac{(1-g_2)u_2}{p} \right) \right], \\ \frac{du_3}{dt} = \frac{p}{n_3} \left[\mu \sum_{i=1}^2 n_i L \left(\frac{u_i}{\mu p} \right) - n_1 D_3 (\kappa_0 + \kappa_1 + \lambda_3) \times \right. \\ \left. \times S \left(\frac{(1-g_3)u_3}{p} \right) \right] - f_{remis}(t), \end{array} \right. \quad (5.2.21)$$

де S – розмір зарплати робітників (залежний від капіталовитрат власника), D_2 , D_3 – частки робітників, зайнятих відповідно у виробничому й банківському секторах; κ_0 , κ_1 – відповідно податок на дохід і на фонд заробітної плати; $g_1 = 1$; λ_2 , λ_3 – накладні виробничі витрати у відповідно виробничому й банківському секторах; f_{remis} – функція ремісії банківського капіталу, що імітує зовнішній кризовий вплив на банківський капітал в Україні; Q_e – експорт, приведений до внутрішньої ціни.

Ціна продукту залежить від балансу попиту й пропозиції:

$$\frac{dp}{dt} = \gamma \left[\sum_{i=1}^3 n_i Q \left(\frac{g_i u_i}{p} \right) - n_2 F \left(\frac{(1-g_2)u_2}{p} \right) \right], \quad (5.2.22)$$

де γ_1 – коефіцієнт інерційності.

Емпіричні спостереження за діями банків в Україні, починаючи з серпня 2008 року показують, що ефективна процентна ставка μ (приведена до ціни продукту p), змінюється так, щоб загальний обсяг банківського

капіталу залишався неспадною величиною [25]. Отже, поведінку власників (розпорядників) банківського капіталу описує рівняння

$$\frac{d\mu}{dt} = \gamma_{\mu}^1 \left[U_{3.0}^{\max} - \mu \sum_{i=1}^2 n_i L \left(\frac{u_i}{\mu p} \right) \right] \times \left[\mu \sum_{i=1}^2 n_i L \left(\frac{u_i}{\mu p} \right) - U_3^{\min} \right], \quad (5.2.23)$$

де γ_{μ}^1 – коефіцієнт інерційності (що має сенс купівельної спроможності), $U_{3.0}^{\max}$ – величина капіталу, якої планують досягнути банки шляхом підвищення ставки за кредити; U_3^{\min} – мінімальний капітал, при якому банки здатні функціонувати. Ці параметри відповідають умові $U_{3.0}^{\max} \geq u_3(t_0) \geq U_3^{\min}$, де t_0 – початковий момент часу, у якому задані початкові умови рівнянь (5.2.21)-(5.2.23).

Рівняння (5.2.23) відображає динаміку ефективної нетто-ставки за кредити, тобто в ньому враховано як одностороннє підвищення кредитної ставки баками, так і одностороннє підвищення конвертаційних курсів для іноземних валют стосовно валютних кредитів резидентам. Якщо $u_3(t) < U_3^{\min}$ (це означає банкрутство банків), тоді $du_3/dt = 0$.

Якщо б ставка за кредити була вибрана не монополюю банками, а через баланс пропозиції та попиту на кредити, тоді б динаміку ставки описувало б таке рівняння

$$\frac{d\mu}{dt} = \gamma_{\mu}^2 \left[n_3 (1 - g_3) u_3 - \mu \sum_{i=1}^2 n_i L \left(\frac{u_i}{\mu p} \right) \right],$$

де γ_{μ}^2 – коефіцієнт інерційності, (що має сенс кредитоспроможності відносно одиниці плати за кредит, вираженої через ціну товару). Це показує значне порушення паритетності прав банків та позичальників.

Функція f_{remis} ремісії банківського капіталу відображає швидкість його зменшення внаслідок перерозподілу фінансових ресурсів іноземними

банками, що діють в Україні, на користь своїх національних економік. Також ця функція легко імітує скорочення фінансових ресурсів банку, утворених тимчасово вільними спекулятивними (оборотними) коштами виробничих підприємств. Функція експорту Q_e відображає скорочення продаж товару (переважно металу) за границю.

Наявність ненульової функції ремісії f_{remis} показує надзвичайно ризиковану структуру банківського капіталу. Особливо важливо, що цей ризик мав бути виявлений до моменту початку фінансової кризи в іноземних банках.

Розв'язки рівнянь (5.2.21)-(5.2.23) показують, що фінансова криза в Україні приводить до банкрутства позичальників, котрі всі свої доходи видають на покриття кредитів за сильно підвищеними ставками. А пізніше – до банкрутства (в дійсності – деяких) банків, котрим після погашення всіх небезнадійних кредитів, все ж бракує фінансових ресурсів для продовження роботи. Модель показує, що, криза в Україні почалася через монопольну, неконтрольовану державою діяльність банківської складової економіки, сильно залежної від іноземного капіталу та орієнтоване на експорт «виробництво» одного виду сировини (металу).

5.3. Модель динаміки економіки з урахуванням іпотечного ринку

В останні роки іпотечний ринок України зростав високими темпами. Проте проблем, що стримували розвиток іпотеки в Україні було чимало. Головними факторами були банківські ризики, недосконала законодавча база, великий обсяг тіньових прибутків та значна валютизація ринку. Ці проблеми іпотечного ринку набули особливого загострення в умовах фінансової кризи, коли українська фінансова система відчула дефіцит кредитних ресурсів, а банки – ризик ліквідності.

Великий вплив на фінансовий ринок України мала глобальна фінансова криза, яка почалася у 2006 році у США з обвалу іпотечного ринку. Його

головною причиною стало зростання неповернень іпотечних кредитів неблагонадійними позичальниками. В світі посилились вимоги банків до приватних і корпоративних позичальників; багато дрібних і середніх компаній перейшли до розрахунків готівкою за угодами; більшість комерційних фінансових установ відмовились від безплатних кредитних карток, програм лояльності і знижок за банківськими продуктами; кредитні ставки почали суттєво зростати, що призвело до зменшення обсягів зарубіжного кредитування компаній із країн, що розвиваються, відмови від високоризикових інвестицій і, як наслідок, зниження темпів зростання промислового виробництва і ВВП.

Для уточнення деяких причин кризи, глибшого розуміння психологічних та інших позаекономічних мотивів поведінки учасників економіки США, що підштовхнули світову економіку до кризи, пошуку способів виходу з неї, стимулювання методів її подолання та наслідків, дослідимо деякі закономірності іпотечної кризи за допомогою методів економіко-математичного моделювання.

Оскільки досліджувана криза розпочалася на ринку іпотечних кредитів США і пізніше повторилася у інших країнах з різноманітними місцевими особливостями, то доцільно вивчити насамперед зміну поведінки кредиторів та позичальників в умовах, які відповідають стану іпотечного кредитування в США у першій половині 2008 року.

В моделюванні взаємодії банківського та виробничого секторів прийнято враховувати динаміку депонованих і кредитованих коштів, проте фінансова криза в США не була пов'язана з розривом у структурі депозитів й кредитів, тому приймемо деяке спрощене припущення. Будемо вважати, що залучені кошти банку становлять деяку частину банківського капіталу, котра змінюється повільніше за зміну самого банківського капіталу. Це дозволить знехтувати динамікою залучених коштів і виключити з розгляду задачу оптимізації залучених і розміщених банківських коштів, що неактуальне для економіки США початку 2008 року. Концептуально таке спрощення об'єднує кредиторів банків в одну групу з їх власниками.

Вважатимемо, що учасники ринку розділені на три економічні групи [25]. Це робітники, котрі працюють у виробничому секторі, їх відносна кількість n_1 ; вони мають заощадження (рівні всередині групи) розміром u_1 . Власники підприємств (їх відносна кількість n_2) мають заощадження розміром u_2 . Власники банківського капіталу («банкіри», відносна кількість n_3) мають заощадження розміром u_3 .

Всі ці групи учасників економіки споживають один агрегований продукт ціною p . Обсяги цього споживання описує функція споживання $Q(y/p)$, котра залежить від кредитованої купівельної спроможності $r = y/p$ відносно агрегованого продукту, котра задана співвідношенням між сумарною кількістю грошей y , з якими споживач виходить на ринок, та ціною товару p . Тут величина y – це кредитований платоспроможний обсяг коштів; величина $r = y/p$ – кредитована купівельна спроможність позичальників банку відносно промислового товару; величина $Q(y/p)$ – кредитований попит, тобто попит позичальників банків.

Величина y складена сумою частини g власних коштів споживача, котрі він спрямовує на придбання товару, та розміром позичених коштів, котрі є функцією його кредиторської спроможності $D(ug/\mu)$, де μ – відсоткова ставка за кредит (в брутто-виразі, $\mu > 1$). Тобто для кожної групи

$$y_c = ug(u) + D\left(\frac{ug(u)}{\mu}\right).$$

Параметр g ($0 < g \leq 1$) вказує частку витрат коштів u на індивідуальні потреби. При малих u параметр g близький до одиниці. При великих заощадженнях він знижується до деякої визначеної межі g_{\min} . Функція $g(u)$ є спільною для всіх груп суспільства, вона відображає уявлення про розподіл коштів між споживанням та виробничими витратами. Величина $1 - g(u)$ показує схильність до капіталізації коштів. Вважатимемо, що кошти,

спрямовані на капіталізацію $u(1 - g(u))$ поповнюють банківські ресурси і банки за це повертають плату в розмірі $\eta_i, i \in \{1, 2, 3\}$, різну для окремих груп учасників економіки. Схематично графік функції $g(u)$ зображено на рис. 5.3.1.

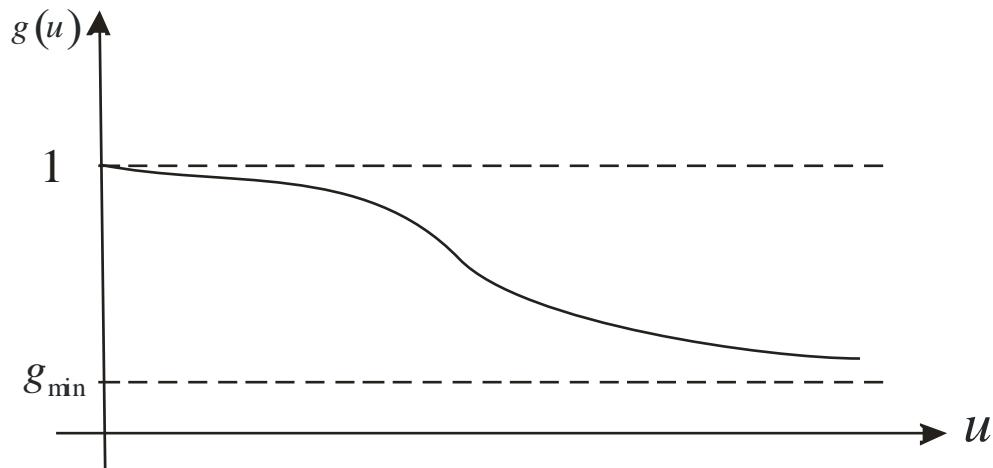


Рис. 5.3.1. Схематичний графік функції $g(u)$

Розглянемо особливості функції попиту на кредити (зі сторони банківських позичальників).

При малих gu попит на кредит низький. Це область споживчого кредитування. При великих gu попит на кредити більший – це область кредитування виробничого сектора. Граничний зверху розмір кредиту $D(r)$ залежить від дохідності ε_0 підприємства, яке вкладає у виробництво кошти

$$y_F = u(1 - g(u)) + D\left(\frac{u(1 - g(u))}{\mu}\right),$$

зменшеної на величину μ плати за кредити. Тобто функція $D(r)$ наближається знизу до лінії $D = (\varepsilon_0 - \mu)r$ при малих r , $r \geq 0$ і асимптотично наближається знизу до цієї лінії при $r \rightarrow 0$. При деяких середніх значеннях між функцією $D(r)$ та лінією $(\varepsilon_0 - \mu)r$ є суттєве відхилення, викликане диверсифікацією спрямування коштів то у виробництво, то в особисте страхування.

Схематичний графік функції $D(r)$ зображено на рис. 5.3. 2. параметри функції $D(r)$ можна встановити на основі підходу, запропонованого у [126].

Зауважимо, що верхня межа кредитоспроможного попиту на позичкові кошти $D_{\max} = (\varepsilon_0 - \mu)r$ є предметом уваги при оптимізації кредитування.

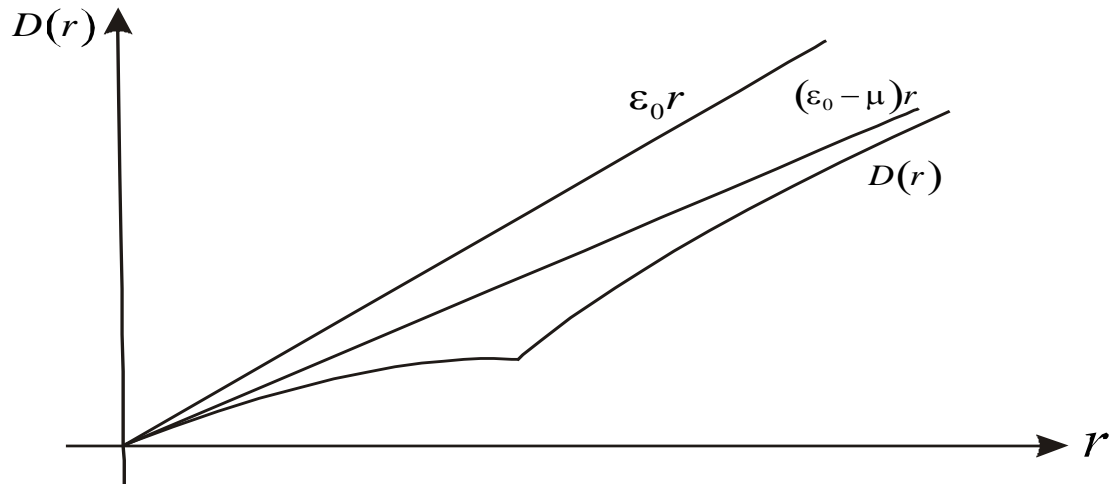


Рис. 5.3.2. Схематичний графік функції попиту на банківські кредити

Особливість кредитних відносин у США полягає у тому, щоб наблизити $D(r) \rightarrow D_{\max}$ для всіх $r > 0$. Саме для цього у США було вироблено соціальний інститут кредитних історій окремих осіб та розвинуті методи визначення D_{\max} при тій чи іншій виробничій функції F власника підприємства.

Вважатимемо, що обсяг виробництва описує всюди опукла виробнича функція $F(y_F / p)$, яка залежить від кредитованого капіталозабезпечення одиниці виробленої продукції ($F(0) = 0$).

Запишемо рівняння динаміки заощаджень і ціни для вибраних вище економічних груп.

Заощадження робітників змінюються пропорційно різниці між заробітною платою $S_1(y_{F2})$, яка залежить від виробничих витрат y_{F2} власників підприємств, і видатками на особисте споживання

$$\frac{du_1}{dt} = p \left\{ S_1 \left(\frac{u_2(1-g(u_2)) + D(u_2[1-g(u_2)]/\mu_2)}{p} \right) - \right. \\ \left. - Q \left(\frac{u_1 g(u_1) + D(u_1 g(u_1)/\mu_1)}{p} \right) \right\}. \quad (5.3.1)$$

S_1 в одних випадках є сталою величиною ($S_1 = const$), а в інших – лінійно залежить від капіталу y_{F2} власника підприємства (прогресивна система трудового стимулювання).

Заощадження власників виробничих підприємств змінюються зі швидкістю, яка пропорційна різниці від доходів, утворених споживанням $\sum_{i=1}^3 Q(y_{ci}/p)$ й видатками на особисте споживання, організацію виробництва та заробітну плату робітникам, тобто

$$\frac{du_2}{dt} = \frac{p}{n_2} \sum_{i=1}^3 n_i Q \left(\frac{u_i g(u_i) + D(u_i g(u_i)/\mu_i)}{p} \right) - \\ - (1 + \chi_1) \frac{n_1}{n_2} p S_1 \left(\frac{u_2(1-g(u_2)) + D(u_2[1-g(u_2)]/\mu_2)}{p} \right) - \\ - p(\lambda_z + \chi_0) F \left(\frac{u_2(1-g(u_2)) + D(u_2[1-g(u_2)]/\mu_2)}{p} \right) - \\ - p Q \left(\frac{u_2 g(u_2) + D(u_2 g(u_2)/\mu_2)}{p} \right), \quad (5.3.2)$$

де λ_z – накладні витрати, χ_0, χ_1 – відповідно податок на прибуток і фонд заробітної плати.

Швидкість зміни заощаджень власників банківського капіталу змінюється пропорційно різниці між доходами від процентів за кредити і зменшується пропорційно величині витрат на особисте споживання. Інакше кажучи,

$$\frac{du_3}{dt} = \frac{p}{n_3} \left\{ \left[\sum_{i=1}^3 n_i \mu_i Q \left(\frac{u_i g(u_i)}{\mu_i} \right) + \sum_{i=1}^3 n_i \mu_i Q \left(\frac{u_i (1-g(u_i))}{\mu_i} \right) \right] \times (1 - \chi_0 - \lambda_z) \times \right. \\ \left. \times (1 - \chi_0 - \lambda_z) - pQ \left(\frac{u_3 g(u_3) + D(u_3 g(u_3) / \mu_3)}{p} \right) - pS_3 \left(\frac{u_3 (1-g(u_3))}{p} \right) (1 + \chi_1) \right\}, \quad (5.3.3)$$

де S_3 – функція заробітної плати учасників банківського сектора економіки, яка є сталою $S_3 = const$, але залежить лінійно від капіталу y_{F3} власника банку. Зауважимо, що в рівнянні (5.3.3) знехтувано міжбанківськими позиками і окремо враховане споживче та виробниче кредитування робітників та власників підприємств.

Швидкість зміни ціни агрегованого продукту пропорційна різниці між розміром попиту та пропозиції.

$$\frac{dp}{dt} = \gamma_p \left\{ \sum_{i=1}^3 n_i Q \left(\frac{u_i g(u_i) + D(u_i g(u_i) / \mu_i)}{p} \right) - \right. \\ \left. - n_2 F \left(\frac{u_2 (1-g(u_2)) + D(1-g(u_2)) / \mu_i}{p} \right) \right\}, \quad (5.3.4)$$

де γ_p – коефіцієнт інерційності ціноутворення.

Рівняння (5.3.1)-(5.3.4) описують динаміку заощаджень основних груп учасників економіки й ціни агрегованого продукту в широких межах зміни їх значень.

Особливість цих ринків у тому, що параметри функцій поведінки $g(r)$, $D(r)$ залежать від значень їх динамічних змінних. Розглянемо цю залежність детальніше.

В американській економіці домінував принцип поведінки

$$D(ug(u)) \rightarrow D_{\max}, \quad (5.3.5)$$

де D_{\max} була визначена на основі ретельного поточного аналізу ефективності виробничого сектора економіки. Більше того, щоб досягнути

найвищого обороту капіталу в економіці США запроваджено управлінський, який при лінійному наближенні $D_{\max} = (\varepsilon_0 - \mu)u$ має вигляд:

$$D\left(\frac{ug(u)}{\mu}\right) - (\varepsilon_0 - \mu)u < D_{KR}, \quad (5.3.6)$$

де D_{KR} – питома критичне перевищення обсягу кредитів над обсягом реально продукованих товарів, який рівний вартості додатково виробленої продукції за одиницю тривалості виробничого циклу в порівнянні з кількістю продукту, створюваного в момент часу t . Графічні ілюстрація до умови (5.3.6) показана на рис. 5.3.3.

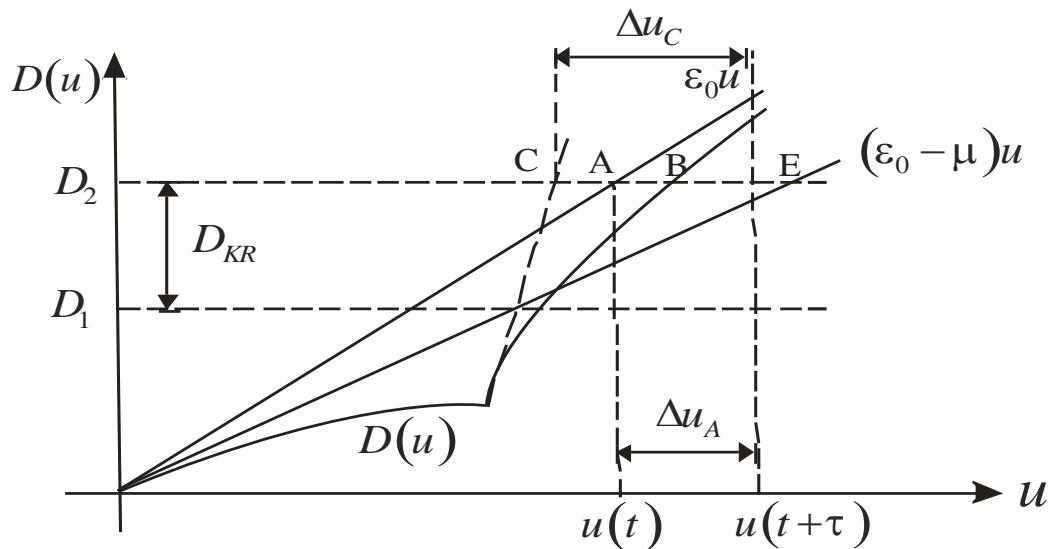


Рис. 5.3.3. Схематичні ілюстрація до порушення умови (5.3.6) товарного забезпечення кредитів у зростаючій економіці

Зауважимо, що умова (5.3.6) має сенс збереження кредитів в умовах невинного росту заощаджень. Тобто при умові $u(t) = a + bt$, коли в динамічних змінних (5.3.1)-(5.3.3) замість часу t виступає кількість капіталу u в момент t .

Такий перехід від залежності $f(t)$ до залежності $f(u)$ можливий лише в стабільних економіках, де параметр $\tau > 0$, від якого залежить тривалість виробничого циклу, змінюється з часом повільно.

На рис. 5.3.3 лінія D_1 відповідає обсягам кредитів $D(t)$, рівних розміру майнової вартості у момент часу t , якими ці кредити забезпечені. Лінія D_2 відповідає обсягам кредитів, рівних розміру майнової вартості у момент $(t + \tau)$, закінчення поточного виробничого циклу. Точки на лінії D_2 , правіше від точки A відповідають прийнятній ситуації, коли майнове забезпечення кредитів протягом виробничого циклу тривалістю τ буде піднято до розміру кредитів, виданих у момент t . Точки, правіше від E відображають обсяг кредитів $D(t)$, які є меншими за їх майнову заставу у момент часу t . Лінія $D(u)$, проведена через точку B ілюструє економічну ситуацію, коли кредитів видано більше за розмір заставного майна, але до кінця виробничого циклу, позначеного точкою E буде вироблено скільки товару, що він як заставне майно покриє вартість кредитів, тобто $D(t) < p(F(t + \tau) - F(t))$, якщо, звичайно, знехтувати зміною ціни.

Економічна поведінка, при якій функція $D(u)$ проходить через точку A , яка віддалена на відстань Δu_A від точки E (момент покриття іпотечного кредиту майновою заставою) відповідає крайньому випадку, коли обсяг кредитів може бути покритий майном. Точки, які знаходяться лівіше від точки A , відображають ситуацію, коли обсяг кредитів $D(t)$ не може бути покритий майном, виготовлений за виробничий цикл тривалістю τ . Для покриття кредитів, виданих в момент часу, який відповідає точці C , потрібно проміжок часу, більший за тривалість виробничого циклу τ .

Економічна ситуація, зображена точками, що знаходяться лівіше від A відповідає беззмістовній економічній поведінці, при якій паперові чи безготівкові гроші не виражають вартості майна. В такій ситуації поведінка учасників економіки змінюється. Вони, наприклад, хочуть обміняти гроші, не підтверджені товаром на інші гроші, інший вид майнової вартості. Така зміна поведінки відома як «ринковий обвал», «валютна паніка» тощо. Швидкість перебігу таких обвальних процесів залежить від того, наскільки кількість

кредитів $D(t)$ менша за кількість майна $F(t)$, що слугує їм заставою, а також від розбіжності у швидкостях зміни цих величин $\frac{dD(t)}{dt}$, $\frac{dF(t)}{dt}$.

В описаній вище моделі поведінка позичальників стає економічно недоцільною, якщо показник

$$\sigma_1 = -\sum_{i=1}^3 n_i D\left(\frac{y_{ci}(t)}{P}\right) + n_2 F\left(\frac{y_{F2}(t+\tau)}{P}\right) \quad (5.3.7)$$

стає від'ємним:

$$\sigma_1 < 0. \quad (5.3.8)$$

При умові (5.3.8) відбувається зміна функції попиту на кредити – зокрема, сильно знижується крутизна підйому другого фрагменту кривої $D(u)$. Формула (5.3.7) – не єдиний критерій визначення того, що кредити не підтверджені майном. Враховуючи зміну ціни товару з часом критерій (5.3.7) набуває вигляду

$$\sigma_1 = -\int_t^{t+\tau} \sum_{i=1}^3 n_i D\left(\frac{y_{ci}(t)}{p(t)}\right) dt + \int_t^{t+\tau} n_1 n_2 F\left(\frac{y_{F2}(t+\tau)}{p(t)}\right) d\tau, \quad (5.3.9)$$

де t – довільний момент часу, τ – тривалість виробничого циклу. Крім того, на поведінку споживачів на ринку іпотечних кредитів впливають не лише обсяги перевищених кредитів, а й тривалість часу, протягом якого зберігається умова (5.3.8). Тобто крива $D(t)$ починає сильно спадати, якщо збігає час після першого моменту порушення умови (5.3.8). Тобто

$$\sigma_1 = -\int_{t_A}^t \left\{ n_1 n_2 F\left(\frac{y_{F2}(t+\tau)}{p(t)}\right) - \sum_{i=1}^3 n_i D\left(\frac{y_{ci}(t)}{p(t)}\right) \right\} dt, \quad (5.3.10)$$

де t_A – момент часу, в який вперше порушено умову (5.3.7), (5.3.8).

Фактично σ_1 , що визначається формулою (5.3.7), відповідає умовам

$$\sigma_1(t_A) = 0, \quad \frac{d\sigma_1(t_A)}{dt} > 0.$$

Наявність різноманітних критеріїв граничної допустимості σ_1 (формули (5.3.7)-(5.3.10)) відповідає відомим розбіжностям в оцінках щодо моменту та обсягів кризи на ринку іпотечних кредитів.

Розглянемо далі як спадає з часом $D(u)$ при великих u при виконанні умови (5.3.8). Якщо $\sigma_1 < 0$, то $D(u)$, $u \in U$ зростає, де U – область потреби в кредитах, дещо вища за рівень середньої кредитоспроможності. Тоді $D(u)$ зростає вище економічно прийнятної величини. Якщо $\sigma_1 > 0$, то $D(u)$ спадає, асимптотично прямуючи до нуля. Якщо для аналітичного виразу кривої $D(u)$ застосувати метод, запропонований в [70], то назване вище зміщення кривої $D(u)$ виражає функціональна залежність її параметрів

$$\begin{aligned} D_{I,0} &= D_{10} e^{-\beta_1 \sigma_1}, \\ D_{II,0} &= D_{20} e^{-\beta_2 \sigma_2}, \end{aligned} \quad (5.3.11)$$

де $D_{I,0}$, $D_{II,0}$ – відповідно потреба в споживчих кредитах і кредитах на рівні середнього бізнесу, D_{10} , D_{20} – потреба в кредитах на рівні точного їх миттєвого забезпечення товарною іпотечною заставою, β_1 , β_2 – параметри інерційності реакції на неадекватний стан ринку. При цьому можливо, що β_1 , β_2 набирають різних значень при $\sigma_1 > 0$ та $\sigma_2 > 0$. Разом із залежністю (5.3.11) функція попиту на кредити набирає вигляду:

$$Q(u) = Q_{I,0} \frac{u}{u + u_{I,0}} + \varepsilon_{1,0} u + \left(Q_{II,0} \frac{u - u_{\min}}{u - u_{\min} + u_{I,0}} + \varepsilon_{2,0} (u - u_{\min}) \right) h(u_{\min}), \quad (5.3.12)$$

де $u_{I,0}$, $u_{II,0}$ – заощадження на рівні кредитоспроможності споживчого кредиту та кредиту середнього підприємця, $\varepsilon_{1,0}$, $\varepsilon_{2,0}$ – кутові коефіцієнти асимптот – верхніх граничних ліній допустимих кредитів, які позичальник спроможний повернути. Ці коефіцієнти пов'язані з рентабельністю виробництва й надійністю доходів робітників зі сталою заробітною платою. Параметр u_{\min} – мінімальні заощадження, при яких позичальники беруть кошти на виробничі потреби, $h(x)$ – функція Хевісайда.

Крім зміни функції $D(u)$, заданої рівняннями (5.3.11)-(5.3.12), при умові (5.3.8) виникають зміщення функції розподілу коштів на виробництво та споживчі потреби, тобто функція $g(u)$ також має залежати від параметрів σ_1 , обчислених за однією із формул (5.3.7), (5.3.9), (5.3.10):

$$g(u) = g(\sigma_1, u). \quad (5.3.13)$$

Зрозуміло, що при умові (5.3.8) функція $g(\sigma_1, u)$ має приводити до скорочення виробничих витрат особистого споживання для всіх u .

Отже, встановлена модель кредитування охоплює широке коло явищ, пов'язаних з формуванням попиту на кредити, встановленням цін на товар, споживанням та виробництвом. В моделі враховано критерій фінансової змістовності кредитів (грошей загалом) залежно від їх забезпеченості майном, зокрема товаром, виробленим протягом майбутнього виробничого циклу.

Функції економічної поведінки, враховані в моделі рекурсивно залежать від інших таких функцій та динамічних змінних моделі. Зокрема, через ці рекурсивні звідки динамічні змінні моделі сильно залежать від параметра σ_1 , який показує схильність позичальників брати кредити. В разі порушення умови матеріального забезпечення іпотечного кредиту цей параметр суттєво змінюється, що викликає обвальне зменшення розмірів кредитування та розмірів виробничих капіталовкладень.

Важливо, що при додатних значеннях критерію адекватності забезпечення кредитів банківсько-виробничий та банківсько-споживчий сектори схильні перейти в область неадекватності кредитів, де $\sigma_1 < 0$. Хоч така ситуація врешті шкідлива всім учасникам економіки, але через деяку інерційність реакції на неї, окремим учасникам ринку іпотечного кредитування, котрі власне першими порушили умову (5.3.8) це є економічно вигідним, адже дозволяє отримати кошти, які є фінансово забезпечені іпотечним майном, хоч решті учасників дістануться кошти, здешевлені на частку недостатнього іпотечного майна з

подальшим здешевленням внаслідок переходу динамічної системи в менш продуктивний стан.

Розроблена модель показує об'єктивну схильність економіки до порушення межі іпотечного кредитування з подальшим обвальним падінням фінансового та виробничого секторів економіки. Тому для планування роботи банківського сектору на ринку іпотечних кредитів та для державного регулювання цього ринку важливо визначити його наближення до критичної межі. Для цього необхідно застосувати особливі підходи аналізу реальних даних іпотечного кредитування.

5.4. Вексельне кредитування у низькопродуктивній економіці

Переважає більшість малих і середніх підприємств в нашій країні мають невисоку фінансову спроможність. Через високі процентні ставки за банківські кредити і ризики банківського депонування вони уникають відносин з банками. За таких умов виробникам вигідно залучати кошти в інших формах, зокрема брати вексельні кредити у суміжників. Одним учасникам вексельна операція вигідна перенесенням моменту платежу на іншу дату, коли платник очікує вищої купівельної спроможності, іншим вона дає додатковий дохід. Тому основою різноманітних вексельних операцій є кредитування, явне чи опосередковане. Вважатимемо, що вексельні відносини полягають у взаємному кредитуванні всіх виробників.

Розглянемо формальні умови, які відповідають вексельним відносинам [18]. Будемо вважати, що в регіоні діють n_1 підприємств, на яких працюють n_0 робітників. Робітники отримують заробітну плату s_0 , мають заощадження u_0 , і витрачають на особисте споживання частку $\alpha_0 = 1$ цих заощаджень. Власники підприємств мають заощадження u_1 , частку α_1 цих заощаджень вони витрачають на особисте споживання ($0 < \alpha_1 < 1$); частку β_1 – на виробничі потреби ($0 < \beta_1 < 1$; $\alpha_1 + \beta_1 = 1$). Власники підприємств володіють

виробничими фондами v , ціна одиниці виробничих фондів p_v (одиниця виробничих фондів – це кількість обладнання для виготовлення одиниці продукції за одиницю часу). Власники підприємств через вексельні операції отримують кредити w і видають кредити (позики) ω з одним і тим же відсотком μ . Підприємства виробляють один товар ціною p . Вважатимемо динамічними змінними величини $u_0, u_1, v, w, \omega, \mu, p_v, p$.

Кількість виготовленого продукту описує виробнича функція $F(\beta_1 u_1 / p)$, яка залежить від капіталовитрат на одиницю виробничих фондів. Споживання описує функція $Q(\alpha_i u_i / p)$, яка залежить від купівельної спроможності покупців $\alpha_i u_i / p$ ($i = 0, 1$).

Кількість виробничих фондів описує функція $Q_v([v/p_v]/[\beta_1 u_1/p])$, яка залежить від питомих виробничих капіталовитрат за одиницю часу $z = (v/p_v)/(\beta_1 u_1/p)$. Ця функція імітує купівлю виробничих фондів, якщо $z > z_0$, і продаж виробничих фондів якщо $z < z_0$, де z_0 – величина виробничих фінансових витрат, потрібних для повного використання одиниці виробничих фондів протягом одиниці часу. Якщо $z = z_0$, тоді $Q_v(z) = 0$; $dQ_v(z_0)/dz = 0$; $d^2 Q_v(z_0)/dz^2 = 0$; $Q_v(0) = -v$.

Встановимо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень робітників u_0 пропорційна різниці між їхньою зарплатою s_0 , зменшеною на податок κ_0 , і видатками на споживання:

$$\frac{du_0}{dt} = p[s_0(1 - \kappa_0) - Q(\alpha_0 u_0/p)]. \quad (5.4.1)$$

Швидкість зміни заощаджень власників підприємств u_1 пропорційна різниці між доходами від збуту продукції й наданих вексельних кредитів і видатками на особисте споживання, виробничі потреби й оплату за отримані вексельні кредити, а також залежить від вартості проданих або куплених виробничих фондів. Отже,

$$\begin{aligned} \frac{du_1}{dt} = & (n_0/n_1)pQ(\alpha_0u_0/p) + \mu\omega + p_vQ_v\left(\frac{v/p_v}{\beta_1u_1 + w/p}\right) - \\ & - \mu w - p(n_0/n_1)(1 + \kappa_1)s_0 - p(\lambda + \kappa_2)vF((\beta_1u_1 + w)/p), \end{aligned} \quad (5.4.2)$$

де: $n_0pQ(\alpha_0u_0/p)/n_1$ – дохід підприємства від збуту продукції; $\mu\omega$ – дохід від виданих вексельних кредитів; $p_vQ_v([v/p_v]/[\beta_1u_1 + w/p])$ – вартість виробничих фондів; μw – плата за взяті вексельні кредити; $pn_0(1 + \kappa_1)s_0/n_1$ – витрати підприємства на заробітну плату робітникам; $p(\lambda + \kappa_2)vF([\beta_1u_1 + w]/p)$ – виробничі витрати; κ_1 – податок на фонд заробітної плати, κ_2 – податок на дохід.

Швидкість зміни виробничих фондів v пропорційна кількості фондів, тобто

$$\frac{dv}{dt} = \theta_v Q_v \left(\frac{v/p_v}{(\beta_1u_1 + w)/p} \right), \quad (5.4.3)$$

де θ_v – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни вексельних кредитів w функціонально залежить від різниці між кількістю виробничих фондів v/p_v (приведених до повного капіталозабезпечення) та наявним капіталозабезпеченням виробництва:

$$\frac{dw}{dt} = \theta_w L \left(\frac{z_0v}{p_v} - \frac{1}{p} \left(p(n_0/n_1)(1 + \kappa_1)s_0 + p(\lambda + \kappa_2)vF((\beta_1u_1 + w)/p) \right) \right), \quad (5.4.4)$$

де θ_w – коефіцієнт інерційності, L – функція, що описує схильність брати вексельні кредити залежно від надлишку або нестачі капіталу для виробничих потреб. Доданок z_0v/p_v відображає приведений обсяг основних фондів, а другий доданок в цьому аргументі – наявне капіталозабезпечення. Різниця між цими величинами впливає на схильність брати кредит.

Швидкість зміни виданих вексельних кредитів пропорційна різниці між доходами від вексельного кредитування і доходами від виробничої діяльності, тому

$$\frac{d\omega}{dt} = \theta_\omega [\mu w - (n_0/n_1) p Q(\alpha_0 u_0 / p)], \quad (5.4.5)$$

де θ_ω – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни ціни товару p пропорційна різниці між попитом на нього та його пропозицією:

$$\frac{dp}{dt} = \theta_p [n_0 Q(\alpha_0 u_0 / p) - n_1 F([\beta_1 u_1 + w] / p)], \quad (5.4.6)$$

де θ_p – коефіцієнт інерційності.

Швидкість зміни ставки за вексельний кредит μ пропорційна різниці між потребою у кредиті та спроможністю його надати:

$$\begin{aligned} \frac{d\mu}{dt} = \theta_\mu^1 L \left(\frac{z_0 v}{p_v} - \frac{1}{p} (p(n_0/n_1)(1+\kappa_1)s_0 + p(\lambda+\kappa_2)vF((\beta_1 u_1 + w)/p)) \right) - \\ - \theta_\mu^2 \frac{n_0}{n_1} \left[p Q(\alpha_0 u_0 / p) + p_v Q_v \left(\frac{v/p_v}{(\beta_1 u_1 + w)/p} \right) - \right. \\ \left. - p(1+\kappa_1)s_0 - p(\lambda+\kappa_2)vF\left(\frac{\beta_1 u_1 + w}{p}\right) \right], \quad (5.4.7) \end{aligned}$$

де $\theta_\mu^1, \theta_\mu^2$ – коефіцієнти інерційності, які імітують вплив відповідно потреби в кредиті та пропозиції кредиту на його процентну ставку. Зауважимо, що в рівнянні (5.4.7) не враховано кредитування за кошти попередньо взятих кредитів.

Рівняння (5.4.1)-(5.4.7) з початковими умовами $u_0^0 = u_0(t_0)$, $u_1^0 = u_1(t_0)$, $v^0 = v(t_0)$, $w^0 = w(t_0)$, $\omega^0 = \omega(t_0)$, $p^0 = p(t_0)$, $p_v^0 = p_v(t_0)$, $\mu^0 = \mu(t_0)$ мають єдиний розв'язок. Для обчислення розв'язку необхідно застосувати числові методи.

Щоб розкрити закономірність впливу вексельних відносин на діяльність малих підприємств з невисокою фінансовою спроможністю розглянемо властивості моделі (5.4.1)-(5.4.7). Рівняння (5.4.2)-(5.4.5) описують стан власників підприємств. Для зручності запишемо їх у

матричному вигляді і додатково враховуємо випадкові зміни величин u_1, v, w, ω , викликані спорадичними відхиленнями доходів й видатків $\xi_u(t)$, обсягів куплених (проданих) виробничих фондів $\xi_v(t)$, кількістю взятих $\xi_w(t)$ і виданих вексельних кредитів $\xi_\omega(t)$. Маємо систему

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_1 \\ v \\ w \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_u(u_1, v, w, \omega) - B_u(u_1, v, w, \omega) \\ A_v(u_1, v, w, \omega) - B_v(u_1, v, w, \omega) \\ A_w(u_1, v, w, \omega) - B_w(u_1, v, w, \omega) \\ A_\omega(u_1, v, w, \omega) - B_\omega(u_1, v, w, \omega) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \xi_u(t) \\ \xi_v(t) \\ \xi_w(t) \\ \xi_\omega(t) \end{bmatrix}, \quad (5.4.8)$$

де символами $A_i(u_1, v, w, \omega)$ $B_i(u_1, v, w, \omega)$ ($i = u, v, w, \omega$) позначено відповідно додані й від'ємні доданки в правих частинах рівнянь (5.4.1)-(5.4.5).

Відповідно

$$\frac{\partial \rho(x)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r} [A(x) - B(x)] \rho(x) - G \frac{\partial^2}{\partial r^2} \rho(x), \quad (5.4.9)$$

де $x = (u, v, w, \omega)$, $\rho(x)$ – статистичний розподіл кількості виробників (власників підприємств) за величинами u, v, w, ω ; $A = (A_u, A_v, A_w, A_\omega)^T$; $B = (B_u, B_v, B_w, B_\omega)^T$. Якщо величини u, v, w, ω статистично незалежні, тоді $\rho(x) = \rho_u(u) \rho_v(v) \rho_w(w) \rho_\omega(\omega)$, де $\rho_u, \rho_v, \rho_w, \rho_\omega$ – розподіли кількості виробників відповідно за заощадженнями, фондами, взятими і виданими вексельними кредитами.

Якщо система (5.4.1)-(5.4.7) стаціонарна, а величини u, v, w, ω – статистично незалежні, тоді розподіли ρ_i ($i = u, v, w, \omega$) відомі з розв'язку (5.4.9):

$$\rho_i = \rho_i^0 \exp(-V_i(x)/G^2); \quad (i = u, v, w, \omega),$$

де ρ_i^0 – коефіцієнт нормування; потенціал

$$V_i(x) = \int_0^x [A_i(x) - B_i(x)] dx.$$

Якщо рівняння $A_i(x) - B_i(x) = 0$ ($i = u, v, w, \omega$) мають більше ніж один розв'язок, тоді в системі (5.4.1)-(5.4.7) виникають рівноважні стійкі стани, в яких потенціал $V_i = V_u + V_v + V_w + V_\omega$ має мінімуми, прив'язані до локальних мінімумів окремих його доданків.

У попередніх розділах показано, що змінна u (за відповідних значень параметрів функцій F, Q) приводить до виникнення двох стійких станів (за $u > 0$). З емпіричних спостережень відомо, що виробники мають неоднаковий розмір виробничих фондів v , взятих w і виданих кредитів ω . Це означає, що в економіці існують групи виробників, котрим відповідають різні мінімуми потенціалів. Тобто потенціали V_v, V_w, V_ω також мають два або більше локальних мінімумів. Якщо всі потенціали V_i ($i = u, v, w, \omega$) мають 2 мінімуми, тоді загальна кількість локальних мінімумів потенціалу $V(x)$ рівна $k = 2^4$. Кількість таких мінімумів залежить від особливостей функцій F, Q, Q_v, L . Крім того, вексельні відносини допускають передачу «від'ємного кредиту» (боргу), що подвоює кількість розмірностей динамічної моделі за змінними w, ω , хоч в моделі (5.4.1)-(5.4.5) це не враховано.

Кожен з локальних мінімумів $V(x)$ відображає стійкий економічний стан. Існування якого пов'язане з рівновагою між доходами і видатками підприємства, рівновагою між розміром виробничих фондів і капіталу, рівновагою між кількістю виданих (взятих) кредитів та їхньою дохідністю (спроможністю їх повертати).

Отже, в системі (5.4.1)-(5.4.7) виникають стійкі стани, в яких врівноважено капітал, фонди, вексельні пасиви і активи. Мультистабільність економічної системи в просторі названих змінних стану розкриває важливу економічну закономірність: у системі малих виробників з вексельними відносинами існують стійкі економічні стани, які розміщені відносно близько між собою в просторі капіталу, фондів, вексельних пасивів і активів.

Така мультистабільність проявляється в (можливому) існуванні низки

економічних груп: виробники, які беруть вексельні кредити для купівлі виробничих ресурсів; виробники, які дають кредити для цього; виробники, які беруть (дають) вексельні кредити для купівлі виробничих фондів; виробники, які передають (перебирають) борги за виробничі ресурси (фонди); виробники, які купують (продають) фонди для збалансування їхнього розміру з капіталом або для збалансування капіталу з вексельними пасивами (активами).

Зрозуміло, що ці групи впорядковані за економічною ефективністю. Відтак, перехід з одного стану, менш ефективного, в інший, більш ефективний, за однією з названих змінних (капітал, фонди, активи, пасиви) відповідає «схдинці росту». Так вексельні відносини приводять до значного збільшення кількості близьких стійких станів. Це полегшує перехід між ними, створює передумови «східчастого» піднесення продуктивності підприємства шляхом переходу з менш продуктивного стану у більш продуктивний вздовж однієї з координат - капітал, фонди, активи, пасиви. Тому використання вексельних кредитів в умовах низької фінансової спроможності виробників створює середовище, сприятливе для переходу окремих підприємств у стани з вищою продуктивністю. Крім того, за умов спаду продуктивності, наявність близького менш продуктивного стану запобігає обвальному її зниженню, адже такий спад може припинитися в околі близького мінімуму потенціалу, що означає лише часткове погіршення економічної діяльності виробника.

Втім, використання названих переваг взаємного вексельного кредитування виробників пов'язані з іншими (позаекономічними) труднощами – дотриманням зобов'язань між учасниками вексельних відносин, відмовою від тіньових і незаконних фінансових операцій, з підвищенням рівня освіти в цій галузі, з покращенням державного регулювання вексельних відносин. Цьому має передувати відновлення втраченої культури вексельних відносин.

Описана закономірність східчастого покращення продуктивності підприємства шляхом його переходу у близький стійкий стан повторюється також в інших формах господарських взаємодій.

5.5. Монопольне ціноутворення споживчих товарів

Перевагою ринкової економіки прийнято вважати «об'єктивне ціноутворення», яке залежить від співвідношення між виробничими витратами і потребою в товарі. Насправді ж нерідко ціноутворення не пов'язане з інтересами споживача, тобто проявляється монопольне встановлення ціни і запланована дестабілізація споживчого ринку [18,22,30].

Візьмемо до уваги виробництво одного споживчого товару і його постачання на споживчий ринок торговими посередниками. Будемо вважати, що один вид агрегованого товару виробляють малі (n_6) і великі (n_7) виробничі підприємства і реалізують його на оптовому ринку торговим посередникам (n_8) за ціною p_a . Торгові посередники постачають агрегований товар на споживчий ринок за ціною p_b . На споживчому ринку його купують власники підприємств, а також робітники малих виробничих підприємств (n_3), робітники великих виробничих підприємств (n_4) і робітники посередницьких торгових підприємств (n_5), а також пенсіонери (n_0), працівники освіти, культури й медицини (n_1) і службовці (n_2).

Члени названих групи учасників економіки мають заощадження u_i , ($i = \overline{0,8}$). Частку α_i , ($i = \overline{0,8}$) цих заощаджень вони витрачають на особисте споживання; $\alpha_i = 1$, ($i = \overline{0,5}$), власники підприємств витрачають частку β_i , ($i = \overline{6,7,8}$) своїх заощаджень на виробничі потреби; власники торгових підприємств витрачають частку γ_8 своїх заощаджень на придбання товару; $\alpha_i + \beta_i = 1$, ($i = \overline{6,7}$); $\alpha_8 + \beta_8 + \gamma_8 = 1$.

Кількість виготовленого товару описує виробнича функція $F_a(\beta_i u_i / p_a)$ ($i = \overline{3,4}$), залежна від капіталозабезпечення власників виробничих підприємств $\beta_i u_i / p_a$, ($i = \overline{3,4}$) на одиницю вартості p_a виробленої ними

продукції.

Кількість товару, придбаного посередниками у виробників, описує функція $Q_b(\gamma_8 u_8 / p_a)$, залежна від фінансової спроможності власників посередницьких підприємств $\gamma_8 u_8 / p_a$. Кількість товару, запропонованого торговими посередниками на споживчий ринок, описує виробнича функція $F_b(\beta_8 u_8 / p_b)$, залежна від капіталозабезпечення посередницьких підприємств $\beta_8 u_8 / p_b$. Кількість товару, спожитого на споживчому ринку членами всіх груп, описує функція споживання $Q_b(\alpha_i u_i / p_b)$, залежна від їхньої купівельної спроможності $\alpha_i u_i / p_b$, ($i = \overline{0,8}$).

Монопольні посередники можуть планово змінювати обсяги постачання товару. Це впливає на миттєву його пропозицію, але не змінює загального обсягу постачання протягом декількох виробничих циклів. Нехай, планову зміну обсягів постачання товару на споживчий ринок описує функція $W = W(F_a, t)$, яка явно залежить від часу та імітує нерівномірне постачання товару відносно можливої його пропозиції $F_a(\beta_8 u_8 / p_a)$. Схематично структуру такої економіки зображено на рис. 5.5.1.

Схематичний графік функції $W(F_a, t)$ зображено на рис. 5.5.2. Подамо для зручності величину $W(F_a, t)$ у вигляді добутку $W(F_b, t) = F_b(z)W(t)$, де $W(t)$ – частка товару, представленого на ринок посередниками, відносно обсягу його виробництва F_b .

Оскільки, фрагменти графіку функції $W(t)$ на $[-\infty, t_2]$, $[t_2, +\infty]$ симетричні, то зменшення постачання на $[t_1, t_2]$ дорівнює його збільшенню на $[t_2, t_3]$. Загальні обсяги постачання протягом $[t_1, t_3]$ не змінюються, дохід власників посередницьких торгових підприємств не меншає.

Достатньо тривале зниження постачання $F_b W(t)$ протягом $[t_1, t_2]$ викликає дефіцит товару, що призводить до збільшення його ціни p_b .

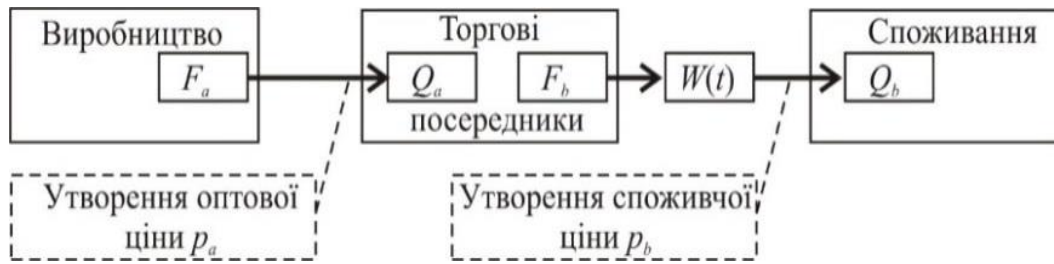


Рис. 5.5.1. Схема моделі економіки з нестаціонарним впливом торгових посередників на споживчий ринок

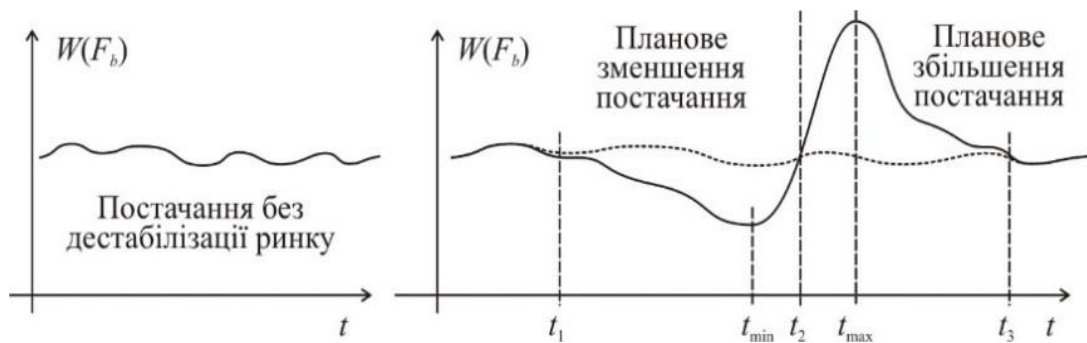


Рис. 5.5.2. Схематичний графік планової пропозиції товару $W(F_b, t)$

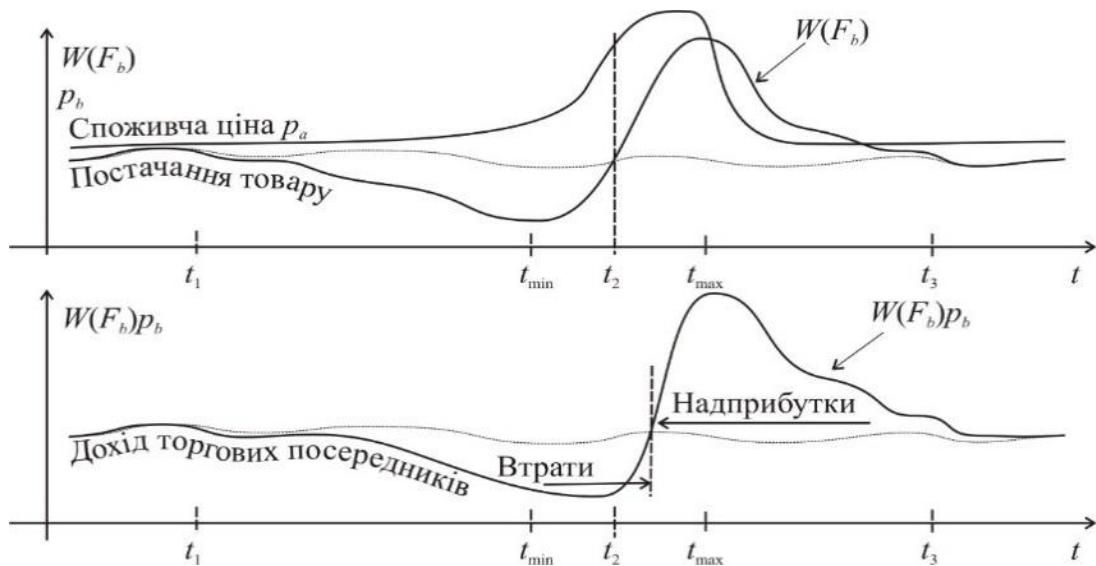


Рис. 5.5.3 Схематична ілюстрація утворення надприбутку нестаціонарним впливом на споживчий ринок

Протягом проміжку часу $[t_1, t_2]$ обсяги постачання товару занижені, що призводить до збільшення ціни. З моменту часу t_{min} посередники збільшують

обсяги постачання, але ціна товару $p_a(t)$ за $t > t_2$ (через інертність ринку) залишається «завищеною». Схематично таку зміну постачання $F_a W(t)$ і ціни $p_a(t)$ зображено на рис. 5.5.2. Описане нерівномірне постачання призводить до отримання посередниками (група n_8) додаткового надприбутку, наприклад, через маркетингові пропозиції.

Встановимо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень u_i ($i = \overline{0,5}$) всіх груп учасників економіки з сталим доходом s_i ($i = \overline{0,5}$) пропорційна різниці між їхнім доходом і видатками на особисте споживання:

$$\frac{du_i}{dt} = p_a \left[s_i (1 - k_i \kappa_0) - Q_b (\alpha_i u_i / p_a) \right], \quad (5.5.1)$$

де: p_a – ціна товару, s_i – пенсія ($i = 0$) або зарплата ($i = \overline{1,5}$) в натуральному вимірі; $k_0 = 0$, $k_i = 1$ ($i = \overline{1,5}$).

Швидкість зміни заощаджень u_i ($i = 6,7$) власників виробничих підприємств пропорційна різниці між їхнім доходом від збуту товару на оптовому ринку і видатками на особисте споживання, на виплату заробітної плати робітникам і на виробничі потреби:

$$\frac{du_i}{dt} = \frac{D_i}{n_i} p_a Q_a (\gamma_8 u_8 / p_a) - \frac{D_i}{n_i} n_{i-3} p_a \left[s_{i-3} (1 + \kappa_1) + (\lambda_i + \kappa_2) F_a (\beta_i u_i / p_a) \right], \quad (5.5.2)$$

де $i = 6,7$; D_i – частка оптового ринку, яка припадає на виробників i -тої групи. При цьому

$$D_i = \beta_i u_i \left[\sum_{j=6}^7 \beta_j u_j \right]^{-1}; \quad (i = 6,7).$$

Швидкість зміни заощаджень u_8 власників великих посередницьких торгових підприємств пропорційна різниці між їхнім доходом, від збуту товару на споживчому ринку та видатками на особисте споживання, на купівлю товарів на оптовому ринку і на виробничі потреби:

$$\frac{du_8}{dt} = \frac{1}{n_8} \sum_{j=0}^8 p_b Q_b(\alpha_j u_j / p_b) - p_a Q_a(\gamma_8 u_8 / p_a) - p_b Q_b(\alpha_8 u_8 / p_b) - \frac{n_5}{n_8} p_b [s_5(1 + \kappa_1) + (\lambda_8 + \kappa_2) F_b(\beta_8 u_8 / p_b)]. \quad (5.5.3)$$

Швидкість зміни ціни товару на оптовому ринку p_a пропорційна різниці між попитом на товар зі сторони торгових посередників і пропозицією товару виробниками:

$$\frac{dp_a}{dt} = \theta_a \left[\sum_{i=6}^7 n_i F_a(\beta_i u_i / p_a) - n_8 Q_a(\gamma_8 u_8 / p_a) \right], \quad (5.5.4)$$

де θ_a – параметр інерційності оптового ринку.

Швидкість зміни ціни товару на споживчому ринку p_b пропорційна різниці між попитом на нього зі сторони споживачів та обсягами його пропозиції посередницькими підприємствами:

$$\frac{dp_b}{dt} = \theta_b \left[\sum_{i=0}^8 n_i Q_b(\alpha_i u_i / p_a) - n_8 F_b(\beta_8 u_8 / p_b) W(t) \right], \quad (5.5.5)$$

де θ_b – параметр інерційності споживчого ринку.

Рівняння (5.5.1)-(5.5.5) мають єдиний розв'язок за початкових умов

$$u_i^0 = u_i(t_0) \quad (i = \overline{0,8}); \quad p_i^0 = p_i(t_0) \quad (i = a, b). \quad (5.5.6)$$

Модель (5.5.1)-(5.5.6) описує динаміку заощаджень учасників економіки $u_i (i = \overline{0,8})$ та ціноутворення на оптовому і споживчому ринках $p_i (i = a, b)$ і відображає вплив нерівномірного постачання товару на споживчий ринок, що має негативні наслідки. Меншає купівельна спроможність населення, спадає споживання товарів інших галузей економіки.

Із запропонованої моделі випливає, що для запобігання дестабілізації ціноутворення на споживчому ринку необхідно контролювати маркетингові плани монопольних постачальників товарів на споживчі ринки, стежити за торговими зв'язками ринкових посередників з іноземними виробниками,

запобігати інформаційним акціям, спрямованим на формування тимчасового ажіотажного попиту на споживчі товари. Задача державного регулювання економіки полягає у запобіганні плановим збуренням ринку.

5.6. Динамічна модель економіки з урахуванням податкового навантаження

Розвиток конкурентного середовища в національній економіці значною мірою пов'язаний із адекватною державною політикою у сфері формування системи заходів, що спричиняє трансформацію монополізованих ринкових структур у високо конкурентні. Держава як суб'єкт ринкових відносин, з одного боку, може підтримувати економічно виправданий рівень інтенсивності конкуренції через систему відповідних інститутів, а з другого – створювати певні перешкоди у вигляді адміністративних бар'єрів для діяльності окремих суб'єктів ринку.

Податкове середовище, в якому функціонує підприємство, є одним із факторів, що визначають його конкурентоспроможність поряд із якістю продукції й послуг, наявністю ефективної стратегії маркетингу і збуту, рівнем кваліфікації персоналу й менеджменту, технологічним рівнем виробництва, доступністю джерел фінансування тощо. Ефективна й виважена податкова політика опосередковано сприяє розвитку конкуренції між суб'єктами господарювання, зменшує можливості реалізації ринкової влади домінуючими (чи монопольними) господарюючими суб'єктами та стимулює раціональність їх поведінки. Однак очевидно й інше: внаслідок нестабільності законодавства податкова політика перешкоджає зусиллям суб'єктів підприємництва в розвитку виробництва й підвищенні ефективності їх діяльності. Така постановка питання зобов'язує проаналізувати роль чинної податкової політики в Україні, її вплив на розвиток та інтенсифікацію конкуренції на внутрішньому ринку.

Загальний аналіз податкової політики держави свідчить, що протягом тривалого часу в Україні було створено умови значного податкового навантаження на суб'єкти підприємницької діяльності. Податкова система характеризувалася посиленням адміністративного контролю за сплатою податків і зборів. При цьому не враховувалося, що дохід, який отримує держава внаслідок збільшення податкового тиску та адміністративного контролю, є менший, ніж економічний збиток, що завдається такими діями господарюючим суб'єктам.

Намагаючись вирішити проблему податкового тиску та надмірного адміністративного контролю, господарюючі суб'єкти переносять відносини між споживачем та виробником, а також свої доходи у тіньовий сектор економіки. Результатом цього стає недоотримання державою частини податкових надходжень та намагання компенсувати це знову ж таки за рахунок введення нових податків і зборів. Але збільшення податкового навантаження означає або банкрутство платників податків, або, значно більшою мірою, їх відхід до тіньової економіки.

На наш погляд, існує декілька ефективних напрямків покращення податкової системи та податкової політики України. Досить продуктивним, може бути диференціація ставки податку на прибуток в залежності від виду діяльності, що сприятиме нагромадженню інвестиційних ресурсів підприємницькими структурами. Така диференціація дасть змогу усунути диспропорцій між реальною і фінансово-посередницькою сферами, якщо для останніх ставку податку на прибуток зробити дещо вищою за базову ставку. Разом з тим доцільно створити пріоритетне середовище для тих структур, які сприяють проведенню активної інноваційно-інвестиційної політики.

На сьогодні актуальною для України є розробка механізму, заснованого на принципі регресивного оподаткування галузей, які нарощують виробництво продукції, що має перспективу збуту на внутрішньому і зовнішньому ринках. За таких умов підприємства будуть зацікавлені

показувати оподатковувану базу в повному обсязі, оскільки чим більша сума одержуваного прибутку, тим менша ставка податку.

Для зменшення інфляційного потенціалу податкової системи необхідно поетапно знижувати ставку ПДВ, впершу чергу на високотехнологічні, наукомісткі, екологічно безпечні виробництва, а також галузі, що видобувають природні ресурси, головним чином енергоресурси, і продовольчі товари (крім підакцизних). Одночасно доцільно запровадити підвищені ставки ПДВ на застарілі технології.

Як свідчить практика, неможливо побудувати ефективну податкову систему, не сформувавши платника податку як елемент податкової системи, як суспільний інститут. Для цього потрібно проводити всебічну організаційну і просвітницьку роботу з платниками податків, урегулювати і вдосконалювати інформаційні потоки між платниками податків та органами контролю за їх сплатою, а також враховувати соціально-культурні й психологічні особливості громадян країни, усталені традиції при прийнятті рішень у галузі оподаткування. Сплата податків має носити обов'язковий характер. Система штрафів і санкцій, громадська думка у країні мають бути сформовані таким чином, щоб несплата або несвоєчасна сплата податків були менш вигідні платникові, ніж вчасне і чесне виконання зобов'язань перед бюджетом.

Таким чином, для підвищення ролі податкової системи в прискоренні економічного розвитку необхідно розробити податкову політику спрямовану на стимулювання вітчизняного виробництва, інноваційно-інвестиційної діяльності, споживчого попиту, а також посилення регулюючої і контролюючої функцій держави щодо сплати податків.

У зв'язку з викладеним, вимагають додаткового вивчення і розробки ряд питань методології і методів аналізу впливу податкової політики держави на ділову активність підприємств. Зокрема, це стосується оцінки податкового навантаження на підприємство та його ділової активності, виявлення зв'язків між ними, оптимізації рівня оподаткування суб'єктів господарювання [17].

Зауважемо, що податкові витрати – це сума будь-яких витрат платника податку у грошовій, матеріальній або нематеріальній формах, здійснюваних для провадження господарської діяльності платника податку, в результаті яких відбувається зменшення економічних вигод у вигляді вибуття активів або збільшення зобов'язань, внаслідок чого відбувається зменшення власного капіталу (крім змін капіталу за рахунок його вилучення або розподілу власником).

Будемо вважати, що один агрегований продукт ціною p виробляють власники малих виробничих підприємств (їх кількість n_5) і власники великих підприємств (n_6). На малих і великих підприємствах відповідно працюють n_3 і n_4 робітників, які отримують сталий дохід (зарплатню) відповідно s_3 , s_4 . Агрегований продукт споживають названі групи підприємців і робітників, а також – пенсіонери (n_0), працівники освіти, культури, медицини (n_1), службовці (n_2), котрі отримують відповідно сталі пенсію s_0 та зарплату s_1 , s_2

Всі групи споживачів та виробників мають заощадження u_i ($i = \overline{0,6}$). Як і у вищеописаних моделях, заощадження u_i ($i = \overline{0,6}$) й ціну агрегованого товару p вважатимемо динамічними змінними моделі.

Кількість продукту, який споживають члени всіх груп, описує функція попиту $Q(\alpha_i u_i / p)$ ($i = \overline{0,6}$), залежна від купівельної спроможності $\alpha_i u_i / p$ ($i = \overline{0,6}$), де α_i – частка заощаджень, яку члени i -тої групи витрачають на особисте споживання; $\alpha_i = 1$ ($i = \overline{0,4}$).

Кількість виготовленого продукту описує виробнича функція $F(\beta_i u_i / p)$ ($i = 5,6$), залежна від капіталозабезпечення виробництва $\beta_i u_i / p$, де β_i – частка заощаджень, яку власники підприємств спрямовують на виробничі потреби; $\alpha_i + \beta_i = 1$ ($i = 5,6$).

Всі учасники економіки непенсійного віку зі сталими доходами сплачують податок на дохід κ_0 . Підприємці сплачують податок на фонд заробітної плати κ_1 , податок на прибуток κ_2 , а також зазнають накладних виробничих витрат λ_i ($i = 5, 6$), які вважатимемо сталими.

Розглянемо накладні (додаткові) податкові витрати підприємців. Емпіричні спостереження показують, що в сучасних умовах підприємці не лише вносять податок, вони зазнають різноманітних додаткових податкових витрат. Це витрати на ведення податкової звітності, витрати на адаптацію до мінливого законодавства, витрати, пов'язані з податковими санкціями: штрафами, конфіскацією сировини, матеріалів, продукції, майна підприємців. Такі витрати мають детерміновану складову. Їх розмір залежить від капіталозабезпечення виробництва. Це дає підстави вважати, що розмір накладних податкових витрат описує функція $K(\beta_i u_i / p)$ ($i = 5, 6$), залежна від капіталозабезпечення $\beta_i u_i / p = z$ ($i = 5, 6$).

Власники малих та великих підприємств зазнають випадкових накладних витрат $\xi_i(t)$ ($i = 5, 6$), де $\xi_i(t)$ – випадкова функція з нульовим середнім значенням. Додатні значення цієї функції моделюють випадкові видатки (економічні витрати) підприємців (штрафи, пеня, конфіскація майна). Від'ємні значення $\xi_i(t)$ моделюють ухилення підприємців від сплати податку (приховування доходу, негласне податкове кредитування), що є актуальними для економіки з низькою рентабельністю виробництв, недоступністю кредитів.

Побудуємо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень u_i ($i = \overline{0, 4}$) всіх груп громадян зі сталими доходами пропорційна різниці між їхньою сталою зарплатою s_i ($i = \overline{0, 4}$), зменшеною для на податок κ_0 , та видатками на особисте споживання, тобто

$$\frac{du_i}{dt} = s_i(1 - k_i \kappa_0) - pQ(\alpha_i u_i / p), \quad (5.6.1)$$

де $k_0 = 0$; $k_i = 1$ ($i = \overline{1,4}$).

Швидкість зміни заощаджень власників підприємств пропорційна різниці між їхніми доходами від збуту продукції та видатками на особисте споживання, виробничі потреби, включаючи накладні податкові видатки та заробітну плату робітникам:

$$\begin{aligned} \frac{du_i}{dt} = & \frac{D_i}{n_i} p \sum_{j=0}^6 n_j Q(\alpha_j u_j / p) - s_{i-2} (1 + \kappa_1) \frac{n_{i-2}}{n_i} - \\ & - p \frac{n_{i-2}}{n_i} [\lambda_i + \kappa_2 + K(\beta_i u_i / p)] F(\beta_i u_i / p) + \xi_i(t), \end{aligned} \quad (5.6.2)$$

де D_i – частка ринку збуту, яка припадає на власників підприємств i -тої групи ($i = 5, 6$)

$$D_i = \beta_i u_i \left[\sum_{j=5}^6 \beta_j u_j \right]^{-1}; \quad (i = 5, 6).$$

Швидкість зміни ціни p пропорційна різниці між попитом та пропозицією, тобто

$$\frac{dp}{dt} = \gamma \left[\sum_{i=0}^6 Q(\alpha_i u_i / p) - \sum_{i=5}^6 n_i F(\beta_i u_i / p) \right], \quad (5.6.3)$$

де γ – параметр, що описує інерційність ринку.

Рівняння (5.6.1)-(5.6.3) описують модель економіки в якій виробники зазнають детермінованих $K(\beta_i u_i / p)$ і випадкових $\xi_i(t)$ ($i = 5, 6$) накладних (додаткових) податкових витрат. При $\xi_i(t) = 0$ система рівнянь (5.6.1)-(5.6.3) становить задачу Коші, яка має єдиний розв'язок при початкових умовах

$$u_i^0 = u_i(t_0) \quad (i = \overline{0,6}); \quad p_0 = p(t_0). \quad (5.6.4)$$

Розглянемо властивості розв'язків моделі (5.6.1)-(5.6.4). Знехтуємо спершу випадковими накладними податковими витратами $\xi_i(t)$ ($i = 5, 6$) і вважатимемо, що заощадження власників підприємств є сталими $u_i = const$ ($i = 5, 6$). Таке припущення відповідає уявленню про «незмінну» економічну ситуацію. Стаціонарний розв'язок $u_i = const$, $p = const$ системи (5.6.1)-(5.6.4) розкриває

закономірності виникнення в ній рівноважних станів. З рівняння (5.6.2) при умовах $du_i/dt = 0$ ($i = 5, 6$) та $\xi_i(t) = 0$ ($i = 5, 6$) впливає алгебраїчне рівняння відносно $u_i(t)$. Розглянемо це рівняння при $i = 5$ (для власників малих підприємств):

$$\frac{D_5}{n_5} p \sum_{i=0}^6 n_i Q(\alpha_i u_i / p) = \frac{n_3}{n_5} [s_3(1 + \kappa_1) + (\lambda_5 + \kappa_2 + K(\beta_5 u_5 / p)) F(\beta_5 u_5 / p)]. \quad (5.6.5)$$

Перепозначимо вирази справа і зліва в рівнянні (5.6.5):

$$A(\alpha u_5 / p) = \frac{D_5}{n_5} p \sum_{i=0}^6 n_i Q(\alpha_i u_i / p),$$

$$B(\beta u_5 / p) = \frac{n_3}{n_5} [s_3(1 + \kappa_1) + (\lambda_5 + \kappa_2 + K(\beta_5 u_5 / p)) F(\beta_5 u_5 / p)].$$

Зазначимо, що зліва в рівнянні (5.6.5) записано лінійну комбінацію функцій споживання $Q(\alpha_i u_i / p)$ ($i = \overline{0, 6}$), яка має дві області опуклості, які відповідають споживанню товарів першої необхідності й товарів довготривалого вжитку. Виробнича функція $F(z)$ є опуклою, всюди зростаючою при $z > z_1$, функція $K(z)$ має три області опуклості. Графічну ілюстрацію до розв'язку рівняння (5.6.5) зображено на рис. 5.6.1.

Точки перетину графіків функцій $A(\beta u_5 / p)$ і $B(\beta u_5 / p)$ відображають стаціонарні розв'язки $u_5 = const$ рівняння (5.6.2). Для аналізу стаціонарного розв'язку рівняння (5.6.2) при $i = 5$, візьмемо купівельну спроможність $r = \alpha_5 u_5 / p$ при $\alpha_5 = \beta_5 = 1/2$ (функції $A(\beta u_5 / p)$ і $B(\beta u_5 / p)$ залежать від фінансових спроможностей $\alpha_i u_i / p$ ($i = \overline{0, 6}$), $\beta_5 u_5 / p$, які мають одні й ті ж одиниці вимірювання).

Розглянемо особливості розв'язків, зображених точками N_i, S_i ($i = \overline{0, 3}$). Точка N_0 відображає стан системи (5.6.1)-(5.6.3), при якому дохід підприємця $A(r)$ дорівнює його видаткам $B(r)$. Аналогічно за методами,

описаними вище, можна переконатися, що стани позначені точками N_0 , N_1, N_2 відображають нестійкі положення рівноваги. Так само легко переконатися, що точки S_1, S_2, S_3 відображають стійкі стани.

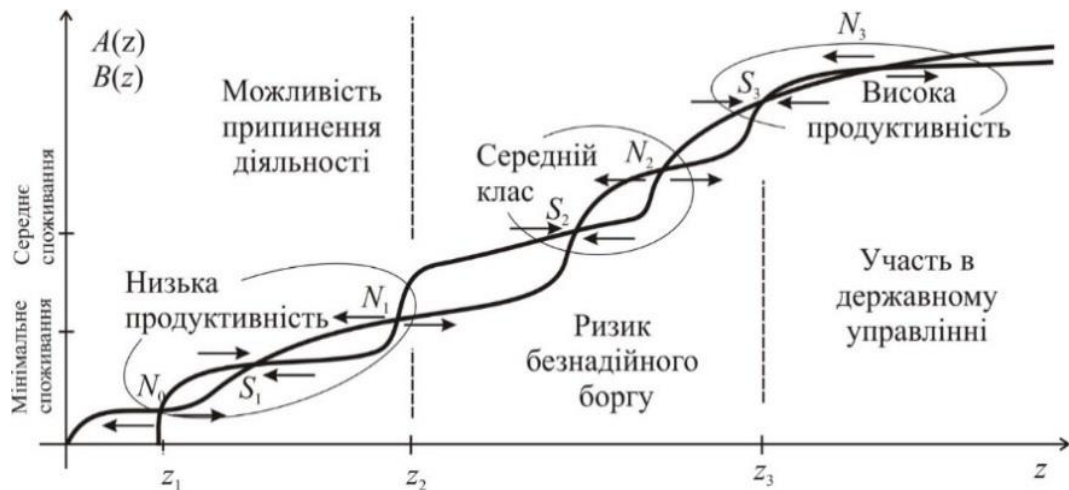


Рис. 5.6.1. Графічна ілюстрація до розв'язування рівняння (5.6.5)

Звідси випливає, що в ринковій економіці виникають стійкі і не стійкі стани, пов'язані із зрівноваженням доходів та видатків на виробничі потреби з накладними податковими видатками.

Розглянемо (рис. 5.6.1) схематичну ілюстрацію до розв'язування рівняння (5.6.5). Графіки на цьому рисунку відповідають ситуації, коли в системі (5.6.1)-(5.6.3) виникає сім розв'язків рівняння (5.6.5). Зрозуміло, що при інших значеннях параметрів моделі (5.6.1)-(5.6.4) рівняння (5.6.5) матиме іншу кількість розв'язків, або не матиме їх (якщо, наприклад, $A(r) > B(r)$ при $r > 0$; високе споживання при низькій продуктивності виробництва).

В умовах, позначених точкою S_1 (стійкий стан), підприємець отримує дохід, нижчий за прожитковий мінімум і покриває витрати на особисте споживання, виробництво і на накладні податкові витрати. Тобто, підприємець спроможний вести облік, податкову звітність, тимчасово припинити діяльність (під час лікування, відпочинку).

Стан N_0 є нестійким. Фінансова спроможність виробників у цьому стані

менша (наприклад, діяльність окремих осіб або бригад, які інколи виконують короткочасні роботи на замовлення). Стан N_1 є також нестійким, він відповідає споживанню, вищому за прожитковий мінімум. Витрати підприємця в цьому стані вищі, ніж в станах, N_0, S_1 . Це пов'язано з більшим обсягом виробництва та вищим ризиком боргу перед кредитором, якщо податкові органи несподівано зупинять виробництво або сильно знизять фінансову спроможність підприємця. За таких умов накладні податкові витрати $K(z)$ доводять підприємство до банкрутства.

Точка S_2 відображає стійкий стан, який відповідає успішній діяльності малого підприємства. У цьому стані підприємець має достатньо коштів для всіх видів витрат, споживчих й виробничих. Його фінансова спроможність достатньо висока, тому він не потребує «податкових канікул» (як підприємці у станах N_0, N_1), і не ризикує опинитися в боргах через низьку віддачу від взятих кредитів (як підприємець у стані N_1). Стан S_2 відображає стійку господарську діяльність «середнього класу». Цей стан також є «стійким» з погляду накладних податкових витрат. Цікаво, що зниження $K(z)$ приводить до того, що стан S_2 виникає при меншій фінансовій спроможності підприємців. Тобто, при зниженні $K(z)$ становлення середнього класу відбувається швидше. Накладні податкові витрати зменшують фінансову спроможність і схиляють до тіньової діяльності.

Точками N_2, S_3 і N_3 зображено стани, в яких підприємці по-різному впливають на діяльність держави. Підприємці, перебуваючи у нестійкому стані N_2 спорадично намагаються вплинути через державні органи на економічні обставини своєї комерційної діяльності, наприклад, через участь у місцевих виборах, підтримку товариських й ділових стосунків з службовцями місцевої влади. Стійкість стану S_3 пов'язана з рівністю доходів й витрат та рівновагою «накладних витрат на потреби влади» й зиску з них, отриманому через владний вплив на споживачів, покупців, суміжників або – через вплив на місцеві умови

економічної діяльності. З погляду сучасного територіального структурування економіки стан S_3 відображає політико-економічні утворення, що виникають в окремих областях країни.

У стані N_3 підприємці витрачають кошти на здобуття (і утримання) загальнодержавної влади, які перевищують витрати коштів для збереження локальної влади (стан S_3). Це пов'язано з прискореним ростом управлінських витрат при збільшенні об'єкта управління. Підприємці з фінансовою спроможністю, яка відповідає стану N_3 , або марно втрачають кошти, і повертаються у стійкий стан S_3 (поразка «на виборах»), або невпинно збільшують свою фінансову спроможність. Це проявляється у централізації економічної й політичної влади в руках щораз меншої кількості осіб. У позначеннях моделі така централізація влади відповідає «зсуву» точки N_3 вправо.

З історико-політичного погляду зміщення точки N_3 вліво – це втрата загальнодержавного впливу на економічний стан країни (миттєвий або «повзучий» владний переворот в країні). Це веде до монополізації економіки, монопольного ціноутворення, зменшення різноманітності форм підприємницької діяльності, – і врешті до розділення суспільства на бідних і надзвичайно багатих. Такий стан не може бути довговічним, адже настає момент, коли виробничі технології власника підприємства, який утримує владу в країні, стають неефективними в порівнянні з виробничими технологіями в інших країнах. Внаслідок чого приходять швидкі суспільні зміни.

Розв'язки моделі (5.6.1)-(5.6.3), проілюстровані на рис. 5.6.1, відображають суперечливі відносини виробників та споживачів, підприємців та держави з погляду законності, моралі й духовності. Це означає, що перед нашим суспільством стоїть задача своєрідного двостороннього виховання «підприємцями податківців» і «податківцями підприємців». Розвиток

фіскальної та комерційної складових суспільства має ґрунтуватися на їхніх внутрішніх удосконаленнях.

Аналізуючи властивості розв'язків рівнянь (5.6.1)-(5.6.3) було опущено випадкову складову $\xi_i(t)$ ($i=5,6$) доходів і видатків підприємця. Рівняння (5.6.3) при $i=5,6$ мають ідентичну структуру і відрізняються записаними в них параметрами та початковими умовами y_i^0 ($i=5,6$). Тому для аналізу візьмемо одне з рівнянь (5.6.3) при $i=5$. Перепишемо його у вигляді

$$\frac{du_5}{dt} = A_5(u_5) - B_5(u_5) + \xi_5(t), \quad (5.6.6)$$

де функції $A_5(u_5)$ і $B_5(u_5)$ описують відповідно доходи і видатки власника підприємства.

Можна встановити, що розподіл кількості підприємців за заощадженнями

$$\rho_5(u_5) = \rho_5^0 \exp(-2V(u_5)/G^2),$$

$$\text{де } V(u_5) - \text{потенціал } V(u_5) = \int_0^{u_5} [A_5(u_5) - B_5(u_5)] du_5.$$

Мінімуми потенціалу $V(u_5)$ відповідають стійким положенням рівноваги системи (5.6.6) які позначено точками S_1, S_2 на рис. 5.6.1. Максимум потенціалу $V(u_5)$ відповідають нестійким положенням рівноваги, їх позначено точками N_0, N_1 на цьому ж рисунку.

Аналогічно легко переконатися, що розподіл кількості власників великих промислових підприємств $\rho_6(u_6)$ за величиною заощаджень u_6 також має екстремуми, котрі відповідають стійким положенням рівноваги S_2, S_3 , і нестійке положення рівноваги, позначене точкою N_2 . Зауважимо, що розділення підприємців на групи $i=5,6$ є зайвим для ідентифікації розподілу загальної кількості власників підприємств за величиною заощаджень. Але, беручи до уваги суттєву відмінність в капіталозабезпеченні власників малих і

великих підприємств й для полегшення обчислень розподілів $\rho_5(u_5)$, $\rho_6(u_6)$ їх доцільно визначати окремо.

Висновки, отримані з якісного аналізу розв'язків рівнянь (5.6.1)-(5.6.3) збігаються з результатами ідентифікації розподілів $\rho_5(u_5)$, $\rho_6(u_6)$. Отримані результати придатні для оброблення даних моніторингу соціальної структури економіки країни під час можливого втілення програми відновлення високопродуктивного виробництва.

Висновки до розділу 5

1. Сучасний етап розвитку економіки України характеризується трансформаційною кризою економіки в цілому, гострими кризами галузей народного господарства та окремих підприємств. Множина слабоформалізованих задач, що виникають в процесі реалізації антикризового управління, зумовлює необхідність застосування модельної підтримки процесів прийняття рішень при розробці програм, реалізації механізмів та заходів антикризової стратегії.

2. Розроблено імітаційну двосекторну (виробничий і банківський сектори) модель з урахуванням економічної структуризації суспільства, яка відображена групами працівників та власників підприємств кожного із секторів. Простори економічних і фінансових змінних, у яких описані запропоновані моделі, включають заощадження або капітал перелічених вище суспільних груп, ціни основного продукту, виробничі фонди власників банків і підприємств, процентну ставку за кредити та показники фінансово-кредитної діяльності. Розв'язки моделі дають засоби для дослідження закономірностей паритетності відносин між виробничим і банківським секторами економіки, підвищення ефективності взаємодії банку з промисловими підприємствами шляхом реструктуризації кредитної політики.

3. Для підтримки прийняття стратегічних рішень іпотечним кредитором розроблено динамічну модель іпотечної кризи, яка описує динаміку заощаджень основних інституційних секторів економіки й ціни агрегованого продукту в широких межах зміни їх значень з урахуванням формування попиту на кредити, встановлення цін на товар, споживання та виробництва. Побудована модель показує об'єктивну схильність економіки до порушення межі іпотечного кредитування з подальшим обвальним падінням секторів фінансових та нефінансових корпорацій економіки.

4. Розроблено модель монопольного ціноутворення споживчих товарів, яка описує динаміку заощаджень учасників економіки (власники виробничих та посередницьких підприємств, робітники малих та великих виробничих підприємств, робітники посередницьких торгових підприємств, пенсіонери, працівники освіти, культури й медицини і службовці) та ціноутворення на оптовому і споживчому ринках і відображає вплив нерівномірного постачання товару на споживчий ринок, що має негативні наслідки. Задача державного регулювання економіки полягає у запобіганні плановим збуренням ринку.

5. Запропоновано модель економіки з урахуванням податкового навантаження у просторі економічних змінних, до яких належать заощадження учасників економіки (власників та працівників малих і великих підприємств, пенсіонерів, службовців і працівників освіти, культури, медицини), ціна на агрегований продукт, ставка податку та обсяг накладних (додаткових) витрат.

6. Розроблено модель динамічної взаємодії державного і приватного секторів економіки, яка описує динаміку заощаджень державного та приватного секторів економіки й ціни агрегованого продукту в широких межах зміни їх значень з урахуванням встановлення цін на товар, споживання та виробництва. Рівняння моделі описують альтернативні підходи до регулювання ціни товару, виготовленого у державному секторі, активний вплив держави на ціноутворення.

РОЗДІЛ 6

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

6.1. Інтегрування господарства України в економіку Європи

6.1.1. Базова математична модель соціально-економічних процесів у державах Європейського Союзу

Європейський Союз (ЄС) – торговельний і впливовий партнер України. Стратегічною метою української зовнішньоекономічної політики є активне залучення країни до європейських інтеграційних процесів. Відносини ЄС та України характеризуються широким спектром зв'язків і передбачають торговельно-інвестиційне, регіональне співробітництво, надання технічної допомоги.

Характерною рисою сучасного світового розвитку країн є активізація інтеграційних процесів у світі та Європі, зокрема. При цьому навіть, ті країни, які не входять до складу інтеграційних об'єднань, неминуче відчують на собі їх відчутний вплив.

Інтеграційні процеси є самі по собі дуже складними процесами, тому необхідно розібратись, що нам потрібно для ефективного входження в зону ЄС та з якими проблемами може стикнутись Україна на своєму шляху.

Щодо макроекономічної стабільності, то у цьому випадку мається на увазі, при вступі до ЄС Україна має підтягнути свої економічні показники до європейських стандартів, створити досить розвинений ринок, закріпити тенденції до економічного зростання. Україна також отримає переваги від запровадження єдиної валюти при вступі до ЄС. Щодо додаткових інвестицій в економіку України, то європейський ринок є великим ринком збуту виробів і джерелом задоволення потреб.

Водночас, чітко окреслилися й структурні вади зовнішньоторговельного співробітництва, які зумовили стрімке зростання негативного торгового сальдо.

Економічні недоліки передбачають втрату конкурентоспроможності певних галузей, складність переходу на європейський рівень цін, квотування певних видів товарів. Також загрозою є можливе переміщення до України шкідливих виробництв, використання України як сировинного придатку, використання України як дешевої робочої сили, поглиблення демографічного спаду, незаконна міграція [62,127,146].

У зв'язку з цим з'ясуємо, які базові макроекономічні процеси відбуваються у Європейському Союзі, і як вони можуть позначитися на економіці України в разі її подальшого зближення з економікою Заходу [29,163].

Візьмемо до розгляду три групи країн. Це країни з порівняно високою продуктивністю технологій (позначимо цю групу країн індексом $j=1$), середньою продуктивністю технологій (група $j=2$) і низькою продуктивністю технологій (група $j=3$). Ці групи країн також відрізняються історико-етнічними традиціями економічної поведінки. Можна стверджувати, що кількість товару $Q_j(r)$, спожитого споживачем з j -тої групи країн ($j=1,2,3$) за однієї й тієї ж купівельної спроможності r відповідає умові

$$Q_1(r) < Q_2(r) < Q_3(r), \text{ де } r > 0. \quad (6.1.1)$$

Тобто, закономірність (6.1.1) відображає той емпіричний факт, що громадяни західноєвропейських країн більше схильні до накопичення коштів та їхньої капіталізації, ніж громадяни країн Середньої Європи та Південної Європи [148].

Розглянемо дві групи виробників у кожній з країн – малі ($i=4$) і великі ($i=5$) підприємства. Кількість виготовленого ними товару описують відповідно виробничі функції $F_{4j}(z)$, $F_{5j}(z)$, ($j=1,2,3$), де z – капіталозабезпечення. За прийнятим розподілом країн на групи

$$F_{i1}(z) > F_{i2}(z) > F_{i3}(z), (i=4,5). \quad (6.1.2)$$

Зауважимо, що умови (6.1.1) і (6.1.2) пов'язані причинно-наслідковим зв'язком, котрий приводить до неоднорідності розмежованих економік. В ЄС є строго квотована планова економіка, яка передбачає, що кожна держава, яка вступає в Європейський Союз, повинна включатись у спільний ринок і відповідно вона повинна запроваджувати квоти на виробництво тієї чи іншої продукції.

Розглянемо найпростішу економічну структуру Європейського Союзу. Будемо вважати, що в кожній з груп країн один вид агрегованого продукту споживають пенсіонери (їхня кількість n_{0j}), робітники (n_{1j}), працівники бюджетного фінансування (n_{2j}), службовці (n_{3j}), де $j=1,2,3$. Агрегований продукт в кожній з груп країн виробляють приватні малі підприємства (їхня кількість n_{4j}) і великі підприємства (їхня кількість n_{5j}), які належать приватним власникам, де $j=1,2,3$.

Усі групи споживачів і виробників мають заощадження u_{ij} ($i=\overline{0,5}$; $j=1,2,3$), які утворюють їх фінансову спроможність під час виробництва і споживання. Частку α_{ij} своїх заощаджень вони витрачають на особисте споживання; ($\alpha_{ij}=1$ для $i=\overline{0,3}$; $0 < \alpha_{ij} < 1$ для $i=4,5$; $j=1,2,3$). Власники підприємств витрачають частку ($i=4,5$; $j=1,2,3$) своїх заощаджень на виробничі потреби; $\alpha_{ij} + \beta_{ij} = 1$ ($i=4,5$; $j=1,2,3$).

Власники виробничих підприємств зазнають виробничих витрат λ_{ij} ($i=4,5$; $j=1,2,3$). Учасники економіки зі сталим доходом вносять податок на дохід κ_{ij}^0 , власники підприємств вносять податок на фонд заробітної плати і податок на прибуток κ_{ij}^2 ($i=4,5$; $j=1,2,3$).

Кількість продукту, виготовленого власниками малих і великих підприємств, описують виробничі функції відповідно $F_{4j}(\beta_{4j}u_{4j}/p)$,

$F_{5j}(\beta_{5j}u_{5j}/p)$, залежні від капіталозабезпечення $\beta_{4j}u_{4j}/p$, $\beta_{5j}u_{5j}/p$ на одиницю виробництва продукції ($j=1,2,3$).

Кількість продукту, спожитого за одиницю часу, описує функція споживання $Q_{ij}(\alpha_{ij}u_{ij}/p)$, залежна від купівельної спроможності $\alpha_{ij}u_{ij}/p$, ($i=\overline{0,5}$; $j=1,2,3$). Учасники економіки зі сталим доходом отримують пенсію s_{0j} та зарплату s_{ij} ($i=1,2,3$; $j=1,2,3$) у грошових одиницях (г.о.).

Формалізуємо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень u_{ij} громадян зі сталим доходом s_{ij} ($i=\overline{0,3}$; $j=1,2,3$) пропорційна різниці між доходом, зменшеним на величину податку, і видатками на особисте споживання, тобто

$$\frac{du_{ij}}{dt} = s_{ij}(1 - \kappa_{ij}^0) - pQ_j(\alpha_{ij}u_{ij}/p), \quad (6.1.3)$$

де $i=\overline{0,3}$; $j=1,2,3$.

Вважатимемо, що ринки праці в кожній з груп країн ($j=1,2,3$) розподілені між малими і великими підприємствами пропорційно до розмірів виробничих витрат їхніх власників:

$$\Delta_{ij} = \frac{n_{ij}\beta_{ij}u_{ij}}{\sum_{k=4}^5 n_{kj}\beta_{kj}u_{kj}} \quad (i=4,5; j=1,2,3).$$

Швидкість зміни заощаджень u_{ij} власників підприємств i -того розміру ($i=4,5$) з j -тої групи країни ($j=1,2,3$) пропорційна різниці між доходом від збуту продукції, зменшеним на податок з прибутку, та видатками на особисте споживання і виробничі потреби:

$$\begin{aligned} \frac{du_{ij}}{dt} = & \frac{\Delta_{ij}}{n_{ij}}(1 - \kappa_{ij}^2) \sum_{k=0}^5 Q_j(\alpha_{kj}u_{kj}/p) - pQ_j(\alpha_{ij}u_{ij}/p) - \\ & - \frac{\Delta_{ij}}{n_{ij}} s_{1j} n_{1j} (1 + \kappa_{ij}^1) - \lambda_{ij} p F_{ij}(\beta_{ij}u_{ij}/p), \end{aligned} \quad (6.1.4)$$

де $i = 4, 5$; $j = 1, 2, 3$.

Доданок $(\Delta_{ij}/n_{ij})(1 - \kappa_{ij}^2) \sum_{k=0}^5 Q_j(\alpha_{kj} u_{kj}/p)$ – це дохід від збуту продукції, який припадає на одного власника підприємства i -того розміру ($i = 4, 5$); $pQ_j(\alpha_{ij} u_{ij}/p)$ – витрати власника підприємства на особисте споживання; $\Delta_{ij} s_{1j} n_{1j} (1 + \kappa_{ij}^1) / n_{ij}$ – витрати власника підприємства на виплату зарплати; $\lambda_{ij} p F_{ij}(\beta_{ij} u_{ij}/p)$ – виробничі витрати власника підприємства.

Швидкість зміни ціни товару p пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp}{dt} = \theta \left[\sum_{i=0}^5 n_{ij} Q_j(\alpha_{ij} u_{ij}/p) - \sum_{i=4}^5 n_{ij} F_{ij}(\beta_{ij} u_{ij}/p) \right], \quad (6.1.5)$$

де θ – параметр інерційності ціноутворення.

Рівняння (6.1.4) описує динаміку заощаджень власників підприємств за умови вільного руху товару між різними групами країн, не враховуючи вільне переміщення робітників.

Якщо взяти до уваги можливість переміщення робітників між різними країнами, тоді будемо мати іншу модель, у якій частка робітників, зайнятих в i -тій групі підприємств j -тої групи країн дорівнює

$$D_{ij} = \left(\sum_{l=1}^3 n_{il} \beta_{il} u_{il} \right) / \left(\sum_{k=4}^5 \sum_{l=1}^3 n_{kj} \beta_{kl} u_{kl} \right) \quad (i = 4, 5; j = 1, 2, 3).$$

За умови вільного переміщення робітників (перенесення робочих місць між різними групами країн) швидкість зміни заощаджень власників підприємств залежить від кількості робітників, зайнятих на малих або великих підприємствах окремої групи країн. Отже,

$$\begin{aligned} \frac{du_{ij}}{dt} = & \frac{D_{ij}}{n_{ij}} (1 - \kappa_{ij}^2) \sum_{k=0}^5 Q_j(\alpha_{kj} u_{kj}/p) - pQ_j(\alpha_{ij} u_{ij}/p) - \\ & - \frac{D_{ij}}{n_{ij}} s_{1j} n_{1j} (1 + \kappa_{ij}^1) - \lambda_{ij} p \sum_{l=1}^3 F_{ij}(\beta_{ij} u_{ij}/p), \end{aligned} \quad (6.1.4.a)$$

де $i = 4, 5$; $j = 1, 2, 3$.

Система рівнянь (6.1.3)-(6.1.5) з початковими умовами

$$u_{ij}^0 = u_{ij}(t_0), \quad (i = \overline{0,5}; j = 1,2,3), \quad p_0 = p(t_0) \quad (6.1.6)$$

описує однопродуктову економіку трьох груп країн, які відрізняються традиціями споживання й технологічною оснащеністю виробництва. Розв'язки моделі (6.1.3)-(6.1.5), з початковими умовами (6.1.6) імітують процеси переміщення робітників (робочих місць), товарів й капіталу в країни Європейського Союзу.

Розглянемо властивості розв'язків моделі (6.1.3)-(6.1.5) на прикладі показників для груп країн з високою ($j=1$) та середньою ($j=2$) продуктивністю технологій. Заощадження учасників цих країн відповідають умові

$$u_{i1} < u_{i2} \quad (i = \overline{0,5}). \quad (6.1.7)$$

Умови (6.1.1), (6.1.2), (6.1.7) визначають вплив на динаміку заощаджень u_{i1} ($i = 4,5$) власників підприємств в країнах з високопродуктивною економікою високої купівельної спроможності споживачів в цій групі країн та відповідної їй пропозиції товару. Проте, вплив на динаміку заощаджень u_{i2} ($i = 4,5$) власників підприємств в країнах з середньою продуктивністю технологій суттєво позначається на схильності до споживання за низької купівельної спроможності споживачів та невисокої фінансової спроможності виробників.

Щоб формально описати цю закономірність розглянемо доданки в правій частині рівняння (6.1.4) для власників малих підприємств ($i = 4; j = 1,2$):

$$A(u_{4j}) = \frac{\Delta_{4j}}{n_{4j}} (1 - \kappa_{4j}^2) \sum_{k=0}^5 Q_k(\alpha_{kj} u_{kj} / p) - p Q_j(\alpha_{4j} u_{4j} / p),$$

$$B(u_{4j}) = \frac{\Delta_{4j}}{n_{4j}} s_{1j} n_{1j} (1 + \kappa_{4j}^1) - \lambda_{4j} p F_{4j}(\beta_{4j} u_{4j} / p).$$

Вартість спожитого продукту в країнах групи $j=1$ більша за цей показник для країн групи $j=2$. Тому $A(u_{41}) > A(u_{42})$, $B(u_{41}) > B(u_{42})$ при всіх $t \geq t_0$. Враховуючи умову (6.1.7), знехтуємо зміною заощаджень інших учасників економіки, крім власників малих підприємств. Також вважатимемо ціну товару сталою. Тоді рівняння (6.1.4) має явний розв'язок, який залежить від капіталозабезпечення виробництва

$$V_j(u_{4j}) = \int_0^{u_{4j}} [A(u_{4j}) - B(u_{4j})] du_{4j} \quad (j=1,2).$$

Із умов (6.1.1), (6.1.2), (6.1.7) випливає, що

$$V_1(x) > V_2(x) \quad (6.1.8)$$

за всіх $x > 0$, де x – аргумент функції V_j ($j=1,2$), що має зміст капіталозабезпечення виробництва. Схематично графіки функцій $V_1(x)$, $V_2(x)$ зображено на рис. 6.1.1.

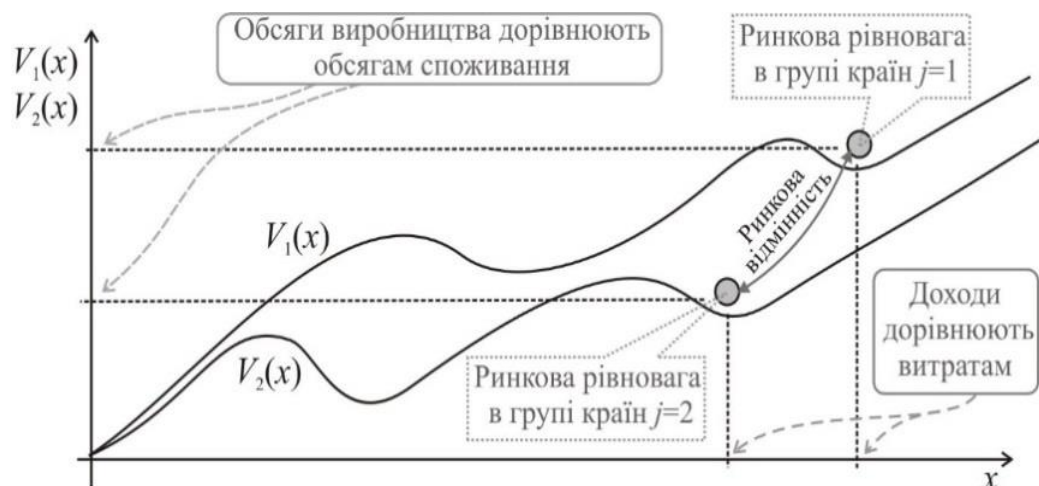


Рис. 6.1.1. Схематичні графіки функцій $V_1(x)$, $V_2(x)$ встановлених з рівнянь динаміки заощаджень власників малих підприємств в двох групах країн

Зрозуміло, що описана вище умова (6.1.8), на прикладі малих підприємств країн з високою та середньою продуктивностями технологій,

також стосується великих підприємств, а також груп країн з середньою та низькою продуктивностями технологій. Тому впливає такий висновок. У трьох групах країн Євросоюзу виникає рівноважне співвідношення між пропозицією товару та попитом на нього за різних фінансових спроможностей виробників та споживачів. Проте, «уніфікація соціальних гарантій» змушує уряди країн з низькою та середньою продуктивністю технологій витратити більше коштів на забезпечення споживчих потреб, ніж це відповідає внутрішньому ринковому стану. Внаслідок цього виникає ефект «нестачі бюджетних коштів» для соціальних потреб, а також – явище «перенесення робочих місць» (створення власниками підприємств з груп $j=1,2$ підприємств у групах $j=2,3$ відповідно, або трудова еміграція робітників з країн груп $j=2,3$ у країни груп $j=1,2$ відповідно).

У сучасній економічній політиці Євросоюзу описану закономірність взято до уваги переважно з погляду «подолання наслідків» кризи «бюджетних платежів» та з погляду регулювання «трудової еміграції». Це означає, що в майбутньому політика соціальної уніфікації країн Євросоюзу [86], які відрізняються етнічною історією та економічною культурою, призводитиме до виникнення криз, за яких буде порушено рівновагу між виробництвом і споживанням, доходами і витратами у комерційній та бюджетній сферах. Спроби вирівняти ці порушення – призводитимуть до нівелювання культурних елементів національних економік.

За таких умов зближення економіки нашої країни з економікою Євросоюзу створює два види національної небезпеки. По-перше, зниження економічних показників. По-друге, – посилення економічної залежності України від Сходу і Заходу [86], знищення основ національною культурою, наприклад – депопуляції сільського населення [62]. Щоб уникнути названих видів національної небезпеки необхідно до економічного «зближення з Євросоюзом» підвищити показники економічної продуктивності

національної економіки, опираючись на базові принципи регулювання економікою як відкритою системою, що розвивається.

6.2. Математична модель національного господарства

Україна з часу створення незалежної держави глибоко інтегрувалася у глобальну економіку, проте залишається однією із небагатьох великих країн на Європейському просторі, які не увійшли до інтеграційних об'єднань. Тому враховуючи як загальносвітові тенденції до «торговельно-економічного блокування», так і позаблокове позиціонування України, можна прогнозувати, що найближчим часом відбудуватиметься зростання суперництва між країнами-членами Митного Союзу (Росія, Білорусія, Казахстан) і Європейського Союзу щодо впливу на процеси економічної інтеграції країн-сусідів, зокрема України.

Об'єктивно Україна зацікавлена у поглибленій економічній взаємодії з країнами Митного союзу (МС), оскільки основою зацікавленості у співпраці з членами Митного союзу є стратегічні економічні інтереси України: створення сприятливого та прогнозованого економічного середовища у взаємних відносинах; сприяння курсу на подальшу структурну перебудову та модернізації національних економік, з істотним збільшенням у взаємному обігу частки високотехнологічних виробів та послуг; координація дій на ринках третіх країн; збільшення частки реального сектору економіки та стратегічних галузей через виробничо-технологічну кооперацію між підприємствами України і країнами-членами МС у сферах сектору високих технологій, паливно-енергетичного комплексу, машинобудування, космічної галузі, електроніки, судно- і авіабудування, енергетичного, транспортного і сільськогосподарського машинобудування, хімічної, легкої і харчової промисловості, сільського господарства та ін.

Разом з тим, Україна зацікавлена у поглибленні інтеграції з Європейським Союзом, що відображено у законодавстві та Конституції

України. Зорієнтованість України одночасно на обидва інтеграційні об'єднання відображає також структура зовнішньої торгівлі України.

Таким чином, завдання створення умов для сталого економічного розвитку потребує адекватної зовнішньоекономічної стратегії, що давала би відповіді на питання, пов'язані із виробленням відповідного позиціонування держави у міжнародному поділі праці.

Розглянемо концептуальну основу моделі взаємодії економіки України з економіками Сходу і Заходу. Під Сходом і Заходом розумітимемо (залежно від параметрів моделі й відповідної соціальної та історичної інтерпретації її розв'язків) одну або кілька країн, котрі належать до азіатського та європейського світів. Так, в одних припущеннях Схід – це Росія, Білорусія, в інших – Китай, Індія, арабські країни. Аналогічно, Захід – це Польща, або Європа, чи Європа з Америкою й іншими англомовними країнами [28].

Візьмемо до розгляду виробників – власників малих (позначимо їх індексом $k=3$) та великих підприємств ($k=4$) на трьох розмежованих територіях: в Україні ($j=a$), на Сході ($j=s$) і Заході ($j=z$). Будемо вважати, що на кожній території один і той же товар (один вид агрегованого продукту) виробляють n_{3j} ($j=a, s, z$) власників малих підприємств і n_{4j} ($j=a, s, z$) власників великих підприємств, на яких, відповідно, працюють n_{1j} ($j=a, s, z$) і n_{2j} ($j=a, s, z$) робітників. Власники підприємств та робітники споживають агрегований продукт власного виробництва і продукт, імпортований з обох інших розмежованих територій. Крім того, цей продукт споживають службовці, пенсіонери, працівники освіти, культури, медицини (їх кількість n_{0j} , $j=a, s, z$). Вважатимемо, що вони, а також робітники отримують сталий дохід (пенсію, зарплату) s_{ij} ($i=0,1,2$; $j=a, s, z$), однакову в межах групи, різну для різних груп. Усі групи виробників та споживачів мають заощадження u_{ij} ($i=\overline{0,4}$; $j=\overline{0,4}$). Частку α_{ij} ($i=\overline{0,4}$; $j=a, s, z$) своїх заощаджень вони витрачають на

особисте споживання; $\alpha_{ij} = 1$ ($i = 0, 1, 2$; $j = a, s, z$). Власники підприємств витрачають частку β_{ij} ($i = 3, 4$; $j = a, s, z$) на виробничі витрати; $\alpha_{ij} + \beta_{ij} = 1$ ($i = 3, 4$; $j = a, s, z$).

Агрегований продукт, виготовлений k -тим виробником ($k = 3, 4$) на j -тій території ($j = a, s, z$) продають на q -тій території за ціною p_{jq}^k ($j, q = a, s, z$; $k = 3, 4$).

Кількість продукту, спожитого членами i -тої групи ($k = \overline{0, 4}$), виготовленого на j -тій території ($j = a, s, z$) і проданого на q -тій території ($q = a, s, z$), описує функція споживання $Q_q(\alpha_{ij} u_{ij} / p_{jq}^k)$, залежна від купівельної спроможності споживачів $\alpha_{ij} u_{ij} / p_{jq}^k$ ($i = \overline{0, 4}$; $j, q = a, s, z$). Функція Q_q відображає культурні й психологічні особливості поведінки споживачів, тому вона є різною для окремих територій ($q = a, s, z$).

Кількість продукту, виготовленого членами k -тої групи ($k = 3, 4$) на j -тій території ($j = a, s, z$) описує виробнича функція $F_j(\beta_{kj} u_{kj} / p_j^k)$ ($k = 3, 4$; $j = a, s, z$) залежна від капіталозабезпечення $\beta_{kj} u_{kj} / p_j^k$ ($k = 3, 4$; $j = a, s, z$) власників підприємств k -тої групи на j -тій території відносно одиниці вартості продукції, вираженої середньою ціною товару, зваженою на обсягах збуту товару k -того виробника на всіх територіях:

$$p_j^k = \sum_{i=0}^4 \sum_{q=a}^{s,z} p_{jq}^k Q_q(\alpha_{ij} u_{ij} / p_{jq}^k) \left[\sum_{i=0}^4 \sum_{q=a}^{s,z} Q_q(\alpha_{ij} u_{ij} / p_{jq}^k) \right]^{-1}, (j = a, s, z; k = 3, 4).$$

Виробничі функції $F_j(j = a, s, z)$ є однаковими в межах окремих територій та неоднаковими для різних територій, що відображає різний рівень продуктивності місцевих виробництв. Крім того, місцеві виробники зазнають накладних виробничих витрат $\lambda_j(j = a, s, z)$, які вважатимемо сталими.

Учасники виробництва на j -тій території сплачують податок на дохід $\kappa_{0j} (j = a, s, z)$, податок на фонд заробітної плати $\kappa_{1j} (j = a, s, z)$, податок на прибуток $\kappa_{2j} (j = a, s, z)$.

Під час перевезення продукції з j -тої території на q -ту територію ($j, q = a, s, z$) виробники зазнають митних витрат, які потрапляють в різні державні бюджети. Вони прямо не впливають на товарний і фінансовий баланс, тому в моделі врахуємо загальні митні витрати $\mu_{jq} (j, q = a, s, z)$, яких зазнають виробники з j -тої території ($j = a, s, z$) за імпорт товару на q -ту територію ($q = a, s, z$). За $j = q$ параметр μ_{jq} відображає внутрішні (для території) торгові витрати.

Розглянемо особливості формування товарних потоків, спрямованих від k -того виробника ($k = 3, 4$) j -тої території до споживачів на q -тій території. У найпростішому наближенні частка продукції, спрямованої на q -ту територію, залежить від купівельної спроможності її споживачів порівняно з купівельною спроможністю споживачів на всіх територіях:

$$D_{jqk} = \left[\sum_{l=0}^4 \alpha_{lj} u_{lj} / p_{jq}^k \right] \left[\sum_{l=0}^4 \sum_{m=a}^{s,z} \alpha_{lm} u_{lm} / p_{jm}^k \right]^{-1}, (j, q = a, s, z; k = 3, 4).$$

Споживачі q -тої території ($q = a, s, z$) вибирають товар, виготовлений на j -тій території ($j = a, s, z$) k -тим виробником відповідно до його частки відносно загального обсягу пропозиції:

$$\Delta_{jqk} = D_{jqk} F_j (\beta_{kj} u_{kj} / p_{jq}^k) \left[\sum_{l=3}^4 \sum_{m=a}^{s,z} D_{mjl} F_m (\beta_{lm} u_{lm} / p_{mq}^k) \right]^{-1}, (j = a, s, z; k = 3, 4).$$

Описана концептуальна модель відображає товарний обмін між трьома територіями, які розділені митними кордонами. Це наближено імітує сучасне економічне розміщення України між великими митними територіями зі сходу і заходу від неї.

Встановимо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень u_{iq} ($i = 0, 1, 2$; $q = a, s, z$) громадян зі сталим доходом s_{iq} ($i = 0, 1, 2$; $q = a, s, z$) пропорційна різниці між їхнім доходом і видатками на споживання агрегованого продукту, виготовленого k -тими виробниками ($k = 3, 4$) на j -тій території

$$\frac{du_{iq}}{dt} = \sum_{j=a}^{s,z} \sum_{k=3}^4 p_{jq}^k \left[s_{iq} (1 - \kappa_{0i}) - \Delta_{jqk} Q_k \left(\alpha_{iq} u_{iq} / p_{iq}^k \right) \right], \quad (6.2.1)$$

де $i = 0, 1, 2$; $q = a, s, z$.

Швидкість зміни заощаджень власників підприємств u_{ij} ($i = 3, 4$; $j = a, s, z$) пропорційна різниці між їхнім доходом від збуту товару і видатками на особисте споживання, на виробничі потреби і на заробітну плату робітникам:

$$\begin{aligned} \frac{du_{ij}}{dt} = & \frac{1}{n_{ij}} \sum_{m=a}^{s,z} \sum_{i=0}^4 n_{im} \Delta_{jmi} p_{jm}^i (1 - \mu_{jm}) Q_m \left(\alpha_{im} u_{im} / p_{jm}^i \right) - \\ & - \sum_{m=a}^{s,z} \sum_{k=3}^4 p_{ij}^k Q_j \left(\alpha_{ij} u_{ij} / p_{ij}^k \right) - \frac{n_{i-2j}}{n_{ij}} \left[s_{i-2} (1 + \kappa_{1j}) + (\lambda_{ij} + \kappa_{2j}) F_j \left(\beta_{ij} u_{ij} / p_{ij}^i \right) \right], \end{aligned} \quad (6.2.2)$$

де $i = 3, 4$, $j = a, s, z$. Перший доданок в (6.2.2) відображає частку доходу від збуту товару ij -того виробника споживачам всіх груп. Другий доданок – витрати на особисте споживання ij -того виробника. Третій доданок – витрати на заробітну плату й виробничі потреби.

Швидкість зміни ціни p_{jq}^k товару на q -тій території, виготовленого k -тим виробником з j -тої території, пропорційна різниці між обсягами попиту на цей товар і обсягами його постачання

$$\frac{dp_{jq}^k}{dt} = \theta_{jq}^k \left[\sum_{i=0}^4 \Delta_{jqk} Q_k \left(\alpha_{iq} u_{iq} / p_{jq}^k \right) - D_{jqk} n_{kj} n_{k-2j} F_q \left(\beta_{jq} u_{jq} / p_{jq}^k \right) \right], \quad (6.2.3)$$

де $j, q = a, s, z$; $k = 3, 4$; θ_{jq}^k – параметр інерційності ринку.

Рівняння (6.2.1)-(6.2.3) становлять систему 33-х звичайних диференціальних рівнянь, які мають єдиний розв'язок за початкових умов

$$u_{ij}^0 = u_{ij}(t_0) \quad (i = \overline{0,4}; j = a, s, z); \quad p_{ijk}^0 = p_{ij}^k(t_0) \quad (i = \overline{0,4}; j = a, s, z; k = 3, 4). \quad (6.2.4)$$

Модель (6.2.3)-(6.2.4) імітує процеси товарного обміну між трьома митними територіями a, s, z . Зокрема, вона відображає залежність процесів товарного обміну від параметрів функцій споживання Q_j , виробничих функцій F_j та митних тарифів $\mu_{jq} \quad (j, q = a, s, z)$.

Розглянемо властивості розв'язків моделі (6.2.1)-(6.2.4) з параметрами, які відображають сучасні економічні відносини України із Сходом та Заходом. Під Сходом розумітимемо країни-члени МС, під Заходом – Польщу та інші європейські країни.

За сучасних умов продуктивність технологій виробників в Україні є нижчою за продуктивність технологій на Заході ($F_a < F_z$) та Сході ($F_a < F_s$). З етнокультурних і етнопсихологічних досліджень відомо, що $Q_a > Q_z$, $Q_s > Q_z$. Схильність до надмірного споживання означає, що $Q_a > Q_s$. Заощадження всіх громадян України, крім власників великих підприємств, менші за заощадження громадян відповідних економічних груп на інших митних територіях $u_{ia} < u_{is} \quad (i = \overline{0,3}) \quad u_{ia} \ll u_{iz} \quad (i = \overline{0,3})$. Заощадження власників великих підприємств приблизно однакові $u_{4a} \approx u_{4s} \approx u_{4z}$.

Вищі ефективні митні витрати за експорт з України, нижча фінансова спроможність та капіталовіддача підприємств в Україні призводять до того, що експорт з України на Захід потребує набагато вищих фінансових витрат на його організацію і підтримку, ніж експорт із Заходу в Україну. У позначеннях моделі це означає $\mu_{az} \gg \mu_{za}$.

За відносно рівноважних умов це означає, що

$$du_{3a}/dt < du_{3z}/dt,$$

де фактично в усіх (історично-економічних) умовах $du_{3z}/dt > 0$, а $du_{3a}/dt > 0$ або $du_{3a}/dt < 0$.

Розв'язок рівняння (6.2.2) за $i = 3$ та $j = a, z$ (без урахування можливих короткотривалих перехідних процесів) має вигляд зростаючої залежності (за $i = 3, j = z$) та слабше зростаючої або спадної залежності (за $i = 3, j = a$). Схематично графіки цих розв'язків зображено на рис. 6.2.1. Про розбіжність між фінансовою спроможністю споживачів на Заході і в Україні $u_{3z}/p_z^3 - u_{3a}/p_a^3$ говорять, що наша країна «відстала назавжди».

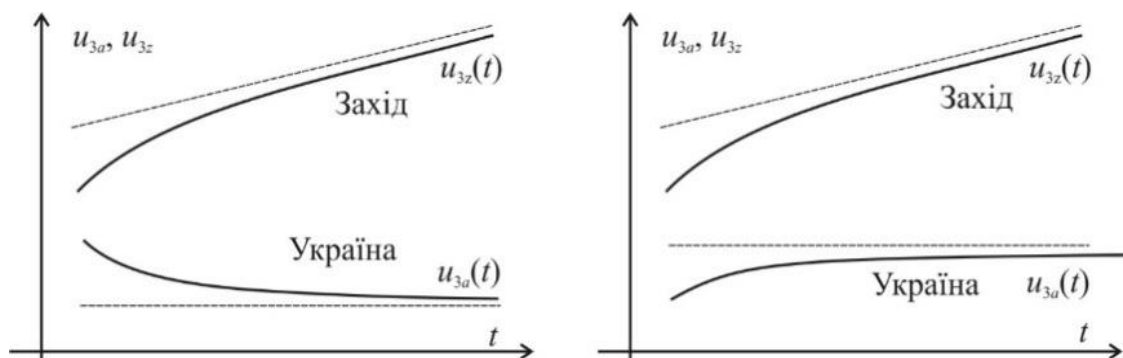


Рис. 6.2.1. Схематичний графік розв'язків рівняння (6.2.2), які імітують заощадження власників малих підприємств в Україні $u_{3a}(t)$ і на Заході $u_{3z}(t)$

Розглянемо утворення ціни товару, виготовленого власниками малих підприємств в Україні і на Заході. Порівняємо динаміку ціни товару, виготовленого в Україні для внутрішніх споживачів на малих підприємствах p_{aa}^3 з ціною товару, імпортованого з Заходу p_{za}^3 , p_{za}^4 і Сходу p_{sa}^3 , p_{sa}^4 . Динаміку ціни описує рівняння (6.2.3), в якому враховано ціноутворення залежно від співвідношення між попитом і пропозицією. Очевидно, що швидкість зміни ціни товарів різних виробників відповідає співвідношенням: $dp_{aa}^3/dt > dp_{za}^3/dt$ або $dp_{aa}^3/dt < dp_{za}^3/dt$.

Якщо $dp_{aa}^3/dt > dp_{za}^3/dt$, тоді швидкість зміни ціни вітчизняного товару p_{aa}^3 випереджає швидкість зміни ціни імпортованого товару p_{za}^3 . Тобто, виникає дефіцит вітчизняного товару внаслідок недостатніх обсягів його

виробництва $F_a(\beta_{3a}u_{3a}/p_a^3)$ і низького фінансового забезпечення $\beta_{3a}u_{3a}$. Дефіцит вітчизняного товару покриває збільшення обсягів імпорту Δ_{za3} , що веде до покращення фінансової спроможності $\beta_{3z}u_{3z}/p_z^3$ західних виробників. Інакше, при відсутності дефіциту на вітчизняний товар (початок 1990-х років, коли ще діяли вітчизняні підприємства з випуску споживчої продукції), збільшення ціни $p_{aq}^3 > p_{za}^3$ має зворотний ефект: вітчизняні виробники мають вищий дохід і їхня частка ринку Δ_{aq3} зростає.

При низькій фінансовій спроможності вітчизняних виробників також є шкідливою умова $dp_{aa}^3/dt < dp_{za}^3/dt$. Вона означає зміну структури ринку (виражену параметрами Δ_{aq3} , Δ_{za3}) в сторону збільшення сегменту виробництва продукції для експорту, що веде до зменшення доходу вітчизняних виробників групи $k=3$ (малих підприємств). Отже, імпорт споживчого товару зі Сходу несприятливо позначається на малих виробниках з України за всіх умов: $dp_{sa}^3/dt > dp_{aq}^3/dt$; $dp_{sa}^3/dt < dp_{aq}^3/dt$; $p_{sa}^3 > p_{aq}^3$; $p_{sa}^3 < p_{aq}^3$. Додамо, що для споживачів-резидентів ($i = \overline{0,3}; j = a$) наявність імпорту зі Сходу вигідна (купівля дешевого товару $p_{sa}^3 < p_{za}^3$; $p_{sa}^3 < p_{aa}^3$), хоч це порушує солідаризацію різних груп учасників національної економіки.

Описана зміна ціни p_{aa}^3 , p_{za}^3 і пов'язані з нею зміни структури ринку D_{3aa} , D_{3za} , Δ_{3aa} , Δ_{3za} додатково посилюють розбіжність в обсягах заощаджень u_{3a} , u_{3z} , що вже було відзначено.

Порівнюючи співвідношення (6.2.2) і (6.2.3) легко зауважити, що динаміка заощаджень u_{4j} ($j = a, s, z$) власників великих підприємств є одною і тою ж для всіх територій. Це пов'язано з тим, що частка їх митних витрат є набагато меншою за їхній капітал:

$$p_{za}^4 \sum_{i=0}^4 n_{ia} \mu_{ja} Q_a(\alpha_{ia} u_{ia} / p_{ja}^4) \ll u_{ja}^4; (j = a, s, z).$$

Розглянемо економічні та історичні висновки, що впливають з встановлених властивостей розв'язків моделі (6.2.1)-(6.2.4). Описана модель відображає виникнення й посилення різниці між фінансовою спроможністю двох груп учасників економіки. Заощадження громадян зі сталим доходом і власників малих підприємств, резидентів в Україні, спадають. А заощадження всіх груп громадян на Заході, а також – заощаджень власників великих підприємств на всіх територіях – зростають.

Виникнення та посилення цієї різниці є наслідком раніше створеної структури суспільства, яка своєю чергою є результатом попереднього втілення «соціальної ідеї» або «політичного проекту» щодо створення в нашій країні нерегульованої ринкової лібералізованої економіки. Починаючи з кінця 1980-х років, в Україні зроблено спробу побудувати економіку за зразком, скопійованим із Заходу. Це призвело до глибоких соціально-економічних деформацій: поляризації суспільства на надзвичайно бідних і багатих, культурних, духовних, демографічних втрат. Тобто, «перенесення» структури суспільства з Заходу в Україну призводить до виникнення в ній суспільства східного типу – з централізацією політичної та економічної влади в руках малої кількості осіб. Такий «парадокс експорту «демократії».

Закономірно впливає питання, – чому, здавалось би, раціональні пропозиції щодо створення суспільного ладу, економічної структури, котрі на Заході показали свою практичність, в Україні приводять до зворотного ефекту? У поняттях розробленої моделі причиною українського переродження «економіки західного зразка» в прообраз рабства є цілковита відсутність солідаризації між вітчизняними виробниками. У моделі цей факт виражається тим, що параметри D_{aai} , Δ_{aai} , ($i = 3,4$) залежать лише від миттєвої економічної вигоди учасників економічних операцій, що призводить до надання переваг нерезиденту порівняно з резидентами. З етнокультурного погляду це відповідає крайньому індивідуалізму українських учасників економіки, а також вияву традиції гостинності, за якою «чуже» має вищий пріоритет перед «своїм».

Інвестиції в економіку України збільшують зайнятість (позначену в моделях n_{1a}, n_{2a}), вони частково впливають на збільшення параметрів виробничої функції F_a , але ніяк не впливають на зміну структури споживання і руху товарів, описану параметрами D_{ijk}, Δ_{ijk} ($j, q = a, s, z; k = 3, 4$). Це означає, що інвестицій принципово недостатньо для того, щоб економіка України змінила динаміку в бік підвищення продуктивності – чи до рівня прожиткового мінімуму, чи до звільнення від західного маріонеткового впливу.

Обґрунтування й аналіз розроблених моделей економіки України показує, що господарство нашої країни двояко залежить від зовнішніх впливів зі Сходу і Заходу. По-перше, сусідні економіки діють на господарство України, власне економічними засобами, які його переважають. По-друге, Схід і Захід чинять на Україну спільний ідеологічний тиск, ведуть економічну пропаганду, яка вигідна їхнім економікам, власникам великих підприємств, і вкрай не вигідна більшості населення нашої країни. Це створює в нашій країні економічну політику, побудовану на іноземних інтересах. Зміна структури товарних й фінансових потоків в економіці України веде до виправлення такого негативного соціально-економічного стану. Проте для такої зміни крім економічних мотивів, мають проявитися також позаекономічні мотиви господарської поведінки. Це, зокрема – солідаризація внутрішньо-українських учасників економіки. Економічна солідаризація неможлива без психологічної компланарності, почуття національної терпимості, близькості, єдності. Тому господарським зрушенням має передувати становлення української економічної політики, кристалізація ідеології України

6.3. *Моделювання зміни економічної структури в процесі інтегрування економіки України*

Розглянемо концептуальну основу моделі економіки України. Візьмемо до уваги дві групи її учасників. Це робітники, їхня кількість n_1 та власники підприємств (n_2). Вони мають заощадження відповідно u_1, u_2 . Частину α_i ($i=1,2$) цих заощаджень вони витрачають на особисте споживання, частину β_i ($i=1,2$) – на виробничі потреби ($\alpha_1=1; \beta_1=0; \alpha_2+\beta_2=1$). Власники підприємств виробляють один вид агрегованого продукту, його ціна p .

Кількість виготовленого продукту описує виробнича функція $F(\beta_2 u_2 / p)$, залежна від капіталозабезпечення $\beta_2 u_2 / p$. Кількість спожитого продукту описує функція споживання $Q(\alpha_i u_i / p)$, залежна від купівельної спроможності $\alpha_i u_i / p$ ($i=1,2$). Ця функція є кусково-опуклою, вона має вигин на області між купівельною спроможністю на рівні споживання товарів повсякчасної потреби і товарів довготривалого вжитку.

Робітники отримують зарплату s_1 (у г.о.), платять податок на дохід κ_1 . Власники підприємств платять податок на фонд заробітної плати χ_2 і податок на прибуток κ_2 , зазнають накладних виробничих витрат λ_2 .

Встановимо рівняння моделі економіки України (без зовнішніх впливів). Швидкість зміни заощаджень робітників u_1 пропорційна різниці між їхніми доходами від зарплати s_1 , зменшеними на податок κ_1 , і видатками на особисте споживання, тобто

$$\frac{du_1}{dt} = s_1(1 - \kappa_1) - pQ(\alpha_1 u_1 / p) + \xi_1(t), \quad (6.3.1)$$

де $\xi_1(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним сподіванням, яка імітує випадкові доходи та видатки робітників.

Швидкість зміни заощаджень власників підприємств пропорційна різниці між доходами від збуту продукції і видатками на зарплату робітникам, на виробничі потреби й особисте споживання:

$$\frac{du_2}{dt} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^2 n_i p Q(\alpha_i u_i / p) - p Q(\alpha_2 u_2 / p) - \frac{n_1}{n_2} (1 + \chi_2) s_1 - p(\lambda_2 + \kappa_2) F(\beta_2 u_2 / p) + \xi_2(t), \quad (6.3.2)$$

де $\xi_2(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним сподіванням, яка імітує випадкові доходи та видатки власників підприємств.

Швидкість зміни ціни p товару залежить від різниці між реальним споживанням робітника $Q(\alpha_1 u_1 / p)$ та розміром «споживчого кошика» Q_0 , суб'єктивно запланованим монополістами ринку:

$$\frac{dp}{dt} = \theta [Q(\alpha_1 u_1 / p) - Q_0] + \xi_p(t), \quad (6.3.3)$$

де θ – параметр інерційності, $\xi_p(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним сподіванням, яка імітує випадкові відхилення ціни.

Рівняння (6.3.3) відповідає замкнутій економіці. Якщо в $Q(\alpha_1 u_1 / p) - Q_0 < 0$, тоді $dp/dt = 0$.

Розв'язки рівнянь (6.3.1), (6.3.2) є випадковими величинами. Їх описують статистичні розподіли $R_1(u)$, $R_2(u)$, які вказують кількість учасників економіки, що мають заощадження в межах $[u, u + du]$. У стаціонарному випадку розв'язки рівняння (6.3.1), (6.3.2) описують відомі розподіли

$$R_1(u_1) = R_{10} \exp(-2V_1(u_1)/G_1^2),$$

$$R_2(u_2) = R_{20} \exp(-2V_2(u_2)/G_2^2),$$

де R_{10} , R_{20} – коефіцієнти нормування, G_1 , G_2 – параметри, залежні від функцій ξ_1 , ξ_2 . Параметри

$$V_1(u_1) = \int_0^{u_1} [s_1(1 - \kappa_1) - pQ(\alpha_1 u_1 / p)] du_1,$$

$$V_2(u_1, u_2) = \int_0^{u_2} \left[\sum_{i=1}^2 n_i n_2^{-1} pQ(\alpha_i u_1 / p) - pQ(\alpha_2 u_2 / p) - \right. \\ \left. - n_1 n_2^{-1} (1 + \chi_2) s_1 - p(\lambda_2 + \kappa_2) F(\beta_2 u_2 / p) \right] du_2$$

описують платоспроможний попит.

Потенціал динамічної системи (6.3.1), (6.3.2) дорівнює сумі потенціалів, тобто

$$\tilde{V}(u_1, u_2) = V_1(u_1) + V_2(u_1, u_2).$$

Виберемо значення заощаджень робітників $u_1 = u_1^* = const$, які близькі до їх реальних значень. Опустимо в позначенні заощаджень власників підприємств u_2 нижній індекс. Функція

$$V(u) = \tilde{V}(u_1^*, u) \quad (6.3.4)$$

описує потенціал власників підприємств за вибраного значення $u_1 = const$ заощаджень робітників. Це показник платоспроможного попиту виробників, які є одночасно споживачами. Відповідний розподіл кількості власників підприємств за заощадженнями

$$R(u) = R_{20} \exp(-2V(u)/G^2). \quad (6.3.5)$$

Схематично графіки функцій $V(u)$, $R(u)$ зображено на рисунку 6.3.1.

Розглянемо, як зміниться модель (6.3.1)-(6.3.3) за можливого впровадження реформ, які відповідають правовим нормам та практиці господарювання Євросоюзу. Деякі особливості впровадження цієї практики були передбачені проектом договору з Євросоюзом [148].

Після можливого вступу нашої країни в Євросоюз власники підприємств отримують дохід від експорту в країни Євросоюзу товару за ціною \bar{p} в обсягах $\bar{Q}(t)$, тому

$$\frac{du_2}{dt} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^2 n_i pQ(\alpha_i u_i / p) + \bar{p} \bar{Q}(t) (1 - \mu) - pQ(\alpha_2 u_2 / p) -$$

$$-\frac{n_1}{n_2}(1 + \chi_2)s_1 - p(\lambda_2 + \kappa_2)F(\beta_2 u_2/p) + \bar{\xi}_2(t), \quad (6.3.2e)$$

де: μ – митний тариф, $\bar{\xi}_2(t)$ – випадкова функція яка імітує відхилення заощаджень підприємців.

За умов дотримання європейської практики господарювання, ціноутворення залежить не від суб'єктивного планування (6.3.3), а від різниці між попитом на товар та його пропозицією:

$$\frac{dp}{dt} = \theta \left[\sum_{i=1}^2 n_i Q(\alpha_i u_i/p) - n_2 F(\beta_2 u_2/p) \right]. \quad (6.3.3e)$$

Аналогічно до показника (6.3.5), динамічну систему (6.3.2e) описує потенціал:

$$V_{e2}(u_1, u_2) = \int_0^{u_2} \left[n_2^{-1} \sum_{i=1}^2 n_i p Q(\alpha_i u_i/p) + \bar{p} \bar{Q}(t)(1 - \mu) - \right. \\ \left. - \frac{n_1}{n_2}(1 + \chi_2)s_1 - p(\lambda_2 + \kappa_2)F(\beta_2 u_2/p) \right] du_2.$$

Якщо функції ξ_1 , $\bar{\xi}_2$ статистично незалежні, тоді потенціал динамічної системи (6.3.1), (6.3.2e) дорівнює сумі потенціалів:

$$\bar{V}_e(u_1, u_2) = V_1(u_1) + V_{2e}(u_1, u_2).$$

За сталого значення заощаджень робітників $u_1 = u_1^*$ функція

$$V_e(u) = \bar{V}_e(u_1^*, u) \quad (6.3.4e)$$

описує платоспроможний попит власників підприємств, які є одночасно споживачами. Відповідний розподіл кількості власників підприємств за заощадженнями

$$R_e(u) = R_{20} \exp(-2V_e(u)/G^2). \quad (6.3.5e)$$

Схематично графіки функцій $V_e(u)$, $R_e(u)$ зображено на рисунку 6.3.1.

Рівняння (6.3.1), (6.3.2e), (6.3.3e) та функції $V_e(u)$, $R_e(u)$ описують можливий вплив європейської практики господарювання на економіку

України, які полягають у зменшенні кількості громадян зі статками, нижчими за прожитковий мінімум, і зміні структури витрат власників підприємства з надзвичайно великою фінансовою спроможністю.

Розглянемо економічні висновки, що випливають з математичних властивостей функцій $V(u)$, $R(u)$, $V_e(u)$, $R_e(u)$. Потенціал економіки нашої країни має два мінімуми, які відповідають стійким низькопродуктивним та високопродуктивним станам. На рис. 6.3.1 їх позначено відповідно U_1 , U_2 . У точках мінімуму $V(u)$ розподіл $R(u)$ має максимуми, що описують основні економічні групи учасників економіки. Переважна кількість виробників в Україні мають малу фінансову спроможність, що відповідає максимуму $R(u)$ в точці U_1 .

За моделлю (6.3.1), (6.3.2e), (6.3.3e) зближення низькопродуктивної економіки України з високопродуктивною економікою Євросоюзу веде до збільшення фінансової спроможності учасників економіки з лівого максимуму U_1 розподілу $R(u)$. Зокрема, це зумовлено виникненням попиту на їхню продукцію в інших країнах. Внаслідок цього екстремуми потенціалу $V_e(u)$ та розподілу $R_e(u)$ зміщаються вправо: $U_{1e} > U_1$. Таке успішне регулювання економіки на макрорівні є наслідком збільшення фінансової спроможності робітників й результатом господарської активності власників підприємств з лівого максимуму розподілу $R(u)$.

Екстремум U_2 відповідає високопродуктивному економічному стану. Принципи господарювання українських та європейських власників підприємств із заощадженнями $u > U_2$ суттєво відрізняються.

Учасники економіки України з області $u > U_2$, особливо – з правого хвоста розподілу $R(u)$ дотримуються принципу поведінки $du_2/dt > 0$ (не зменшення власних заощаджень), $Q(u_1/p) < Q_0$ (обмеження статків більшості громадян). Такі принципи поведінки впроваджують економічними методами (приватизація, витіснення конкурентів, монополізація ринків та

ціноутворення), та засобами державного управління (ускладнення правової бази господарювання, обмеження діяльності ліцензуванням, фінансовим цензом тощо). Внаслідок цього економіка України діє як «демон Максвелла», який «сортує» учасників економіки за їхньою фінансовою спроможністю і робить неможливим «їхнє перемішування». Акцепція європейського типу господарювання означає заміну згаданих вище «олігархічних принципів управління» в економіці, на норми, які є законними, моральними і відповідають християнському вченню. В позначеннях моделі це веде до зміщення вліво правого максимуму розподілу кількості учасників економіки за заощадженнями $U_2 < U_{2e}$ і зменшення площі під графіком $R_e(u)$ на області $u > U_e^{\max}$.

Описана зміна принципів господарювання власників підприємств з великими статками $u > U_2$ не вигідна їм з погляду короткотривалих економічних оцінок (довготривалих до уваги не беруть). Влада в Україні не готова відмовитися від прийнятих нею «олігархічних» принципів управління економікою.

На рис. 6.3.1б площа заштрихованої фігури схематично показує, на скільки зміниться економічна структура суспільства після початку зближення економіки України з економікою Євросоюзу. Заштрихована площа над лінією $R(u)$ описує кількість власників підприємств, які покращили фінансову спроможність через збільшення купівельної спроможності громадян з постійним доходом і внаслідок зміни структури витрат виробників з великими статками. Останні зменшують витрати на особисте споживання, зменшують обсяги депозитів та інвестицій в інші країни і відповідно збільшують інвестування у вітчизняну економіку (повторимо, нині це суперечить принципам їхнього господарювання і навіть виглядає як утопія). Пунктирною стрілкою зображено зміну економічної структури суспільства внаслідок інвестування у виробництво.

Зближення з економікою Євросоюзу також пов'язане з впровадженням «соціальних стандартів». Це зменшення кількості громадян з малими статками. Кількість таких громадян позначено заштрихованою фігурою на області $u < U_e^{\min}$ (відрізок А на рис. 6.3.1в). Зміна соціальної структури, яка зумовлена переходом громадян з області А в область С, не призводить до соціальних суперечностей.

За європейськими нормами господарювання (щоб запобігти виникненню соціальної напруженості) прийнято обмежувати кількість громадян з надзвичайно великими статками $u > U_e^{\max}$ (відрізок D). Для цього застосовують прогресивне оподаткування, антимонопольне регулювання. Зміна соціальної структури, пов'язана з переходом громадян з області D в область С, приводить до соціальної суперечності між підприємцями з великими статками і Євросоюзом.

Зміна структури суспільства, позначена стрілками на рис. 6.3.1.в (перехід з областей А і D в область С), корисна для суспільства, адже вона веде до створення одномодального розподілу кількості громадян за їхніми статками. Передусім в ній зацікавлені власники підприємств з середніми статками з області С та кваліфіковані робітники (які отримують велику платню).

Соціальні стандарти Євросоюзу відрізняються від соціальної структури українського суспільства. Зокрема, умовні межі «середнього класу» $[U_e^{\min}, U_e^{\max}]$ не дорівнюють умовним межах максимуму розподілу $R_e(u)$. Такі розбіжності ведуть до швидких перехідних процесів, що потребуватиме відповідного регулювання. Розподіл $R_e(u)$ на області В спадає: за більшої фінансової спроможності меншає підприємств з низькою продуктивністю технологій. Фрагмент графіку відповідного розподілу показано пунктиром. Проте, за стандартами Євросоюзу на області В розподіл має зростати $R_e(u)$ (на області В кількість робітників пропорційна їхній кваліфікації). Відповідну лінію графіку

зображено штрих-пунктиром. Така розбіжність стосується діяльності підприємств з низькою фінансовою спроможністю, зокрема – малих фермерських господарств. Зокрема, важливо покращити технічну оснащеність одноосібних аграрних та інших селянських господарств.

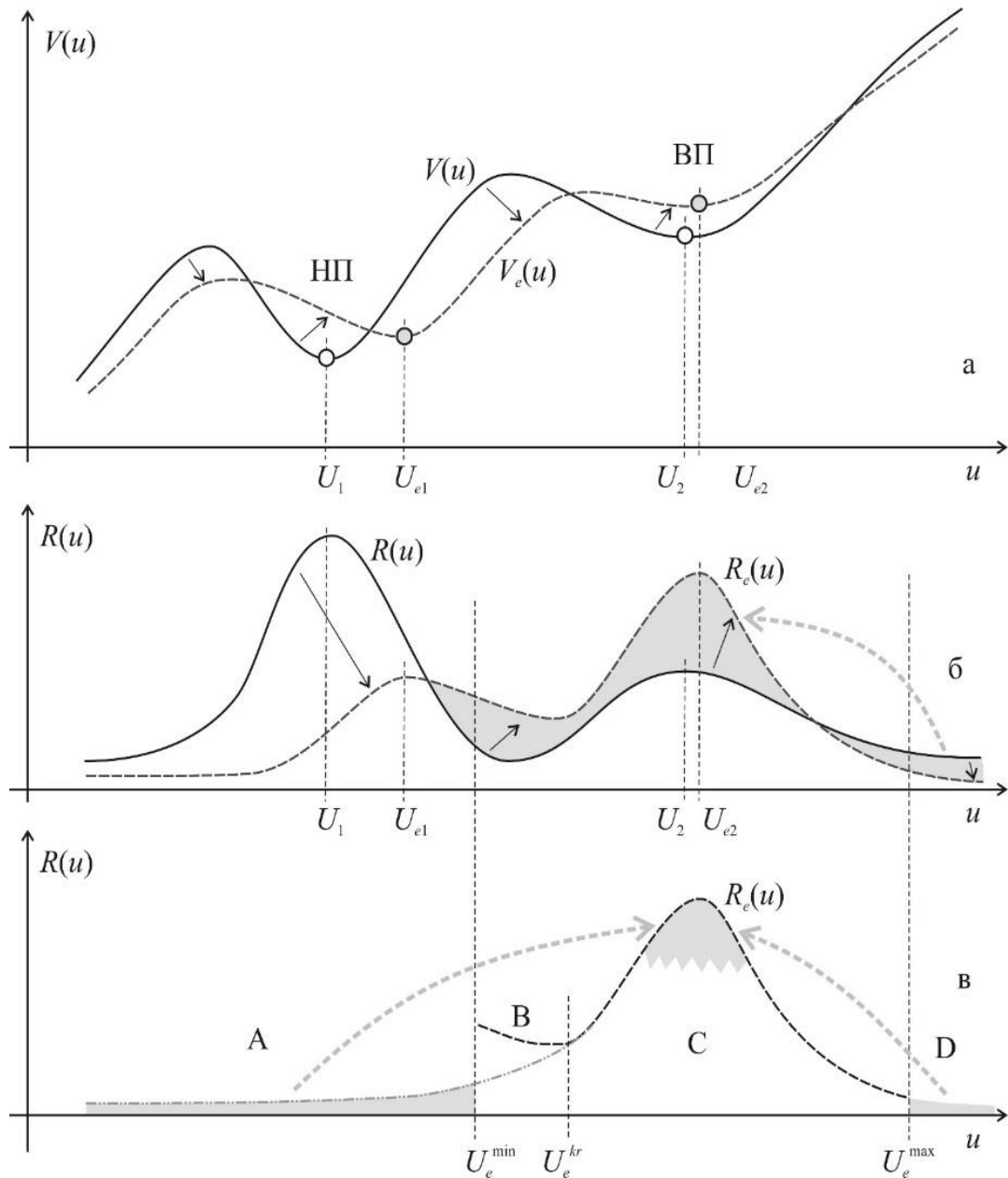


Рис. 6.3.1. Схематична ілюстрація до зміни економічної структури суспільства під час зближення економіки України з економікою Євросоюзу

Звідси випливають такі висновки. Під час зближення економіки України з Євросоюзом проявляються соціальні та економічні інтереси трьох

учасників економіки: Євросоюзу – громадян України з малими і середніми статками (області А, В, С), громадян з великими статками (область D).

Розглянемо особливості зближення економіки України з економікою країн-членів Митного Союзу. Сучасна влада таких держав пов'язує економіку з політикою. Це є основою енергетичної, військової доктрини, врешті – звичною практикою комерційної діяльності. Вплив політики на економіку проявляється в тому, що ціни, тарифи, валютні курси, обсяги поставок (та інші елементи товарних відносин) встановлюють на основі двох чинників: ринкового значення, та «політичної відстані» між комерційним контрагентом. Наприклад, ціну газу визначають за «за географічною та політичною» відстанню між Росією та країною, імпортером газу. Це означає, що така політика «переривчастої сильної зміни параметрів в економічних відносинах» має часові та просторові аспекти. Врешті, це позначається на фінансовому стані власників підприємств та робітників.

Отже, незалежно від комерційних обставин та політичної пропаганди, країни МС намагаються вплинути на економічні умови діяльності підприємств України з допомогою переривчастої зміни активності у господарських стосунках. З математичного погляду це означає, що параметри відповідної математичної моделі є випадковими величинами з суттєвою дисперсією.

Динаміка заощаджень робітників залежить від співвідношення попиту й пропозиції та випадкової функції $\widehat{\xi}_1(t)$:

$$\frac{du_1}{dt} = s_1(1 - \kappa_1) - pQ(\alpha_1 u_1 / p) + \widehat{\xi}_1(t). \quad (6.3.1r)$$

Дисперсія $\widetilde{\xi}_1(t)$ більша за дисперсію $\xi_1(t)$. Характерна тривалість зміни $\widetilde{\xi}_1(t)$ співвимірна з тривалістю одного кварталу.

За можливого зближення економіки України з економікою країн-членів МС динаміка заощаджень власників підприємств також залежить від різниці

між доходом від збуту продукції та видатками на споживання й виробничі потреби, тобто

$$\begin{aligned} \frac{du_2}{dt} = & \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^2 n_i p Q(\alpha_i u_i / p) + \tilde{p}(t) \tilde{Q}(t) [1 - \tilde{\mu}(t)] - \\ & - p Q(\alpha_2 u_2 / p) - \frac{n_1}{n_2} (1 + \chi_2) s_1 - p (\tilde{\lambda}_2(t) + \kappa_2) F(\beta_2 u_2 / p) + \tilde{\xi}_2(t), \end{aligned} \quad (6.3.2r)$$

де $\tilde{p}(t)$ – випадкова ціна імпорту, $\tilde{\mu}(t)$ – випадкова функція, яка описує митний тариф; $\tilde{Q}(t)$ – випадковий обсяг експорту; $\tilde{\lambda}_2(t)$ – випадкова зміна накладних виробничих витрат, зумовлена зміною сертифікаційних вимог щодо імпорту з України; $\tilde{\xi}_2(t)$ – випадкова функція з нульовим математичним споживанням, яка імітує відхилення видатків та доходів власників підприємств.

Випадкові функції в рівнянні (6.3.2r) містять дві адитивні складові – відповідно детерміновані тренди, які описують вплив комерційних обставин, та випадкові функції з нульовим середнім, які відображають політично вмотивоване планування:

$$\begin{aligned} \tilde{p}(t) &= \hat{p} + \tilde{\xi}_p(t); \quad \tilde{\mu}(t) = \hat{\mu} + \tilde{\xi}_\mu(t); \\ \tilde{Q}(t) &= \hat{Q} + \tilde{\xi}_Q(t); \quad \tilde{\lambda}_2(t) = \hat{\lambda}_2 + \tilde{\xi}_\lambda(t). \end{aligned}$$

Підставляючи ці функції в рівняння (6.3.2r), і записуючи окремо детерміновані й випадкові їхні доданки, отримуємо рівняння

$$\begin{aligned} \frac{du_2}{dt} = & \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^2 n_i p Q(\alpha_i u_i / p) + \hat{p} \hat{Q} [1 - \hat{\mu}] - p Q(\alpha_2 u_2 / p) - \\ & - \frac{n_1}{n_2} (1 + \chi_2) s_1 - p (\hat{\lambda}_2 + \kappa_2) F(\beta_2 u_2 / p) + \Xi_2(t), \end{aligned} \quad (6.3.3r)$$

де $\Xi_2(t)$ – сума випадкових доданків, згрупованих під час перетворення рівняння (6.3.2r) до виду (6.3.3r).

Динамічні системи (6.3.1r), (6.3.3r) мають потенціали:

$$\tilde{V}_1(u_1) = \int_0^{u_1} [s_1 (1 - \kappa_1) - p Q(\alpha_1 u_1 / p)] du_1;$$

$$\begin{aligned} \tilde{V}_r(u_1, u_2) = \int_0^{u_2} & \left[\sum_{i=1}^2 n_i n_2^{-1} p Q(\alpha_i u_i / p) + \hat{p} \hat{Q} [1 - \hat{\mu}] - \right. \\ & \left. - p Q(\alpha_2 u_2 / p) - n_1 n_2^{-1} (1 + \chi_2) s_1 - p (\hat{\lambda}_2 + \kappa_2) F(\beta_2 u_2 / p) \right] du_2. \end{aligned}$$

Аналогічно $\tilde{V}_r(u_1, u_2) = \tilde{V}_1(u_1) + \tilde{V}_2(u_1, u_2)$.

Потенціал $V_{2r}(u_1, u_2)$ описує поверхню в просторі значень u_1, u_2 . Опустимо в позначеннях u_2 нижній індекс. За сталого значення заощаджень робітників $u_1 = u_1^*$ функція

$$V_r(u) = \tilde{V}_r(u_1^*, u) \quad (6.3.4r)$$

описує платоспроможний попит власників підприємств, які є одночасно споживачами. Відповідний розподіл кількості власників підприємств за заощадженнями

$$R_r(u) = \tilde{R}_{20} \exp(-2V_r(u)/\tilde{G}^2),$$

де \tilde{R}_{20} – коефіцієнт нормування, \tilde{G} – параметр, залежний від функції $\Xi_2(t)$. Схематично графіки функцій $V_r(u)$, $R_r(u)$ зображено на рис. 6.3.2.

Функція $\Xi_2(t)$ імітує переривчастість господарських відносин з країнами-членами МС, їх політично вмотивовано владою. Протягом проміжків часу, коли $\Xi_2(t) > 0$ (триває імпорт й кооперація), тимчасово більшають заощаджень робітників і власників підприємств, які співпрацюють з контрагентами МС. Якщо $\Xi_2(t) < 0$, їхні доходи меншають. Тому в середньому положення рівноваги U_{r1} , U_{r2} лежать правіше відповідних положень рівноваги U_1 , U_2 . Так виникає група учасників економіки (робітників й власників підприємств), які економічно залежать від переривчастого експорту до країн МС. Пунктирними стрілками на рис. 6.3.2.б позначено переміщення частини учасників економіки з групи виробників, зорієнтованих на внутрішній ринок, у групу імпортерів до країн

МС. Площа заштрихованих фігур на цьому рисунку позначає кількість таких учасників економіки, які солідаризовані з економічною політикою МС.

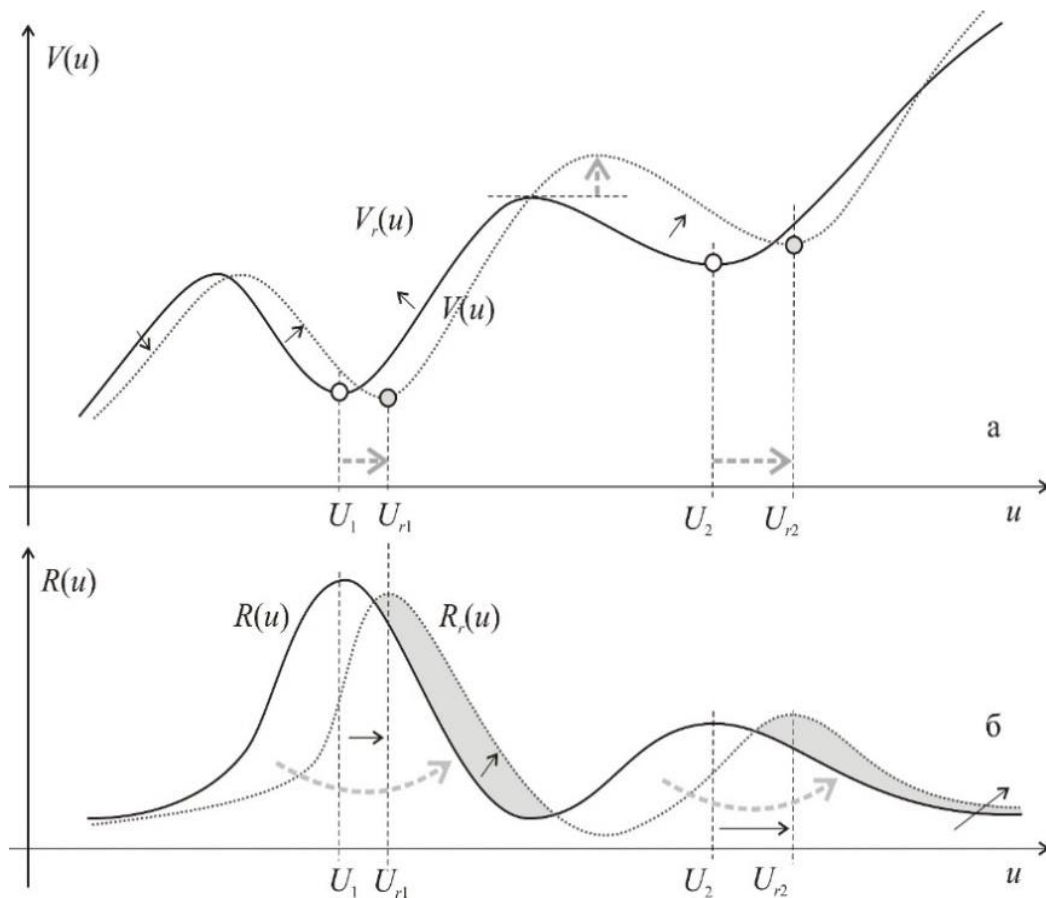


Рис. 6.3.2. Схематична ілюстрація до зміни економічної структури суспільства під час зближення економіки України з економікою країн-членів Митного Союзу

Другий максимум $R_r(u)$ знаходиться правіше другого максимуму $R(u)$. Дисперсія $\Xi_2(t)$ більша за дисперсію $\xi_2(t)$. Це дає підстави припускати, що відстань між положеннями рівноваги в низкопродуктивному та високопродуктивному станах, тут більша за таку відстань для системи, описаної потенціалом (6.3.4r):

$$|(U_1, V(U_1))| < |(U_{r1}, V_r(U_{r1}))|,$$

де символом $|\dots|$ позначено норму в просторі значень (u, V) . Це означає, що під час дискретної економічної взаємодії з економікою країн МС меншає

ймовірність випадкового переходу підприємств з низькопродуктивного стану у високопродуктивний, зокрема – на основі явища стохастичного резонансу.

Зауважимо, що, наприклад, економіка Росії, так само, як і сучасна економіка України, ґрунтується на олігархічних принципах управління. Крім того, сучасна економіка Росії також перебуває у низькопродуктивному стані з притаманними йому вадами: бімодальним розподілом кількості громадян за заощадженням, монопольним обмеженням господарських прав громадян, описаних тут умовою (6.3.3) та іншими порушеннями.

Порівняння економічних наслідків можливого зближення господарства України з економіками країн Європейського Союзу та країн Митного Союзу приводить до таких висновків. Зближення України з Європою потребує від українських підприємств удосконалення усіх аспектів господарювання, щоб зайняти місце на ринку країн Євросоюзу, яке політично доступне. Під час зближення з Євросоюзом потрібно впроваджувати «соціальні стандарти», вживаючи спеціальних заходів для збереження підприємств з традиційними формами господарювання, не зважаючи на тимчасову низьку їхню фінансову спроможність. Зближення з економікою країн Митного Союзу не змінює сучасного олігархічного типу економічного управління (не потребує відповідних регуляторних й комерційних реформ), мало позначається на статках більшості громадян, але ускладнює умови можливого переходу економіки у високопродуктивний стан і посилює внутрішню політичну нестабільність в Україні.

Тобто, зближення з економікою Євросоюзу веде до перетворення сучасної закритої економіки України у відкриту економіку з можливим її переходом у високопродуктивний стан, що називають «економічним дивом». Зближення з економікою країн Митного Союзу консервує на тривалий час сучасний тип господарських відносин, з притаманним їм гострими соціальними протиріччями, політичним й економічним домінуванням власників великих підприємств, втратою громадянами економічних і політичних прав, ослабленням суверенітету країни.

6.4. Імітаційна модель економіки України

У попередніх розділах описано математичні моделі сучасної економіки України і за допомогою якісного аналізу розв'язків цих моделей встановлено ряд висновків щодо процесів у нашій країні. Щоб уточнити й доповнити ці висновки доцільно на основі розроблених моделей спроектувати програмне забезпечення і виконати з його допомогою відповідні обчислювальні експерименти.

6.4.1. Узагальнена модель економіки України

Для експериментального дослідження економіки України доцільно розробити узагальнену модель, зручну для виконання обчислювальних експериментів [29]. Концептуальна основа узагальненої моделі збігається з припущеннями, викладеними раніше. Параметри, змінні та функції узагальненої моделі стисло описано в таблиці 6.4.1.1.

Параметри n_i задають кількість членів в i -тій групі ($i = \overline{0,6}$). За динамічні змінні моделі взято заощадження u_i ($i = \overline{0,6}$), ціни p_k ($k = a, b, c$) й курс валют η .

Кількість спожитого продукту описує функція $Q_a(\alpha_i u_i / p_a)$, залежна від купівельної спроможності $\alpha_i u_i / p_a$ ($i = \overline{0,6}$). Кількість виготовленого споживчого продукту описує виробнича функція $F_a(\beta_i u_i / p_a)$, залежна від питомого капіталозабезпечення $\beta_i u_i / p_a$ ($i = \overline{5,6}$). Кількість сировинного продукту, виготовленого для експорту, описує виробнича функція $F_b(\gamma_6 u_6 / p_b)$, залежна від питомого капіталозабезпечення $\gamma_6 u_6 / p_a$. Кількість імпортованого продукту описує функція $S_c(\delta_6 u_6 / p_b)$, залежна від купівельної спроможності $\delta_6 u_6 / p_c$. Попит на експортований продукт описує функція споживання $Q_b(t)$.

Таблиця 6.4.1.1

Перелік параметрів, функцій й динамічних змінних узагальненої моделі

	Пенсіонери	Працівники освіти, культ., мед.	Службовці	Робітники малих підприємств	Робітники великих підприємств	Власники малих підприємств	Власники великих підприємств	Ціна споживч. товару на вн. ринку	Ціна сировини на зовн.ому ринку	Ціна споживч. товару на зов. ринку	Курс валюти
Номер динамічної змінної	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Індекс в формулі	0	1	2	3	4	5	6				
Заощадження, ціни, курс	u_0	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	p_a	p_b	p_c	η
Кількість членів в групі	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6				
Зарплата	s_0	s_1	s_2	s_3	s_4						
Витрати на особисте споживання	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6				
Функція споживання	Q_a	Q_a	Q_a	Q_a	Q_a	Q_a	Q_a				
Податок на дохід	κ_0	κ_0	κ_0	κ_0	κ_0						
Витрати на виробництво споживчої продукції						β_5	β_6				
Податок на фонд зарплати						κ_1	κ_1				
Податок на прибуток						κ_2	κ_2				
Накладі виробничі витрати							λ_5				
Функція виробництва споживчого товару						F_a	F_a				
Функція накладних податкових витрат						K	K				
Витрати на виробництво сировинної продукції							γ_6				
Витрати на імпорт споживчої продукції							δ_6				
Мито при експорті							λ_6^F				
Мито при імпорті							λ_6^S				
Функція виробництва сировинного товару для експорту							F_b				
Функція імпорту споживчого товару							S_c				
Функція попиту на сировинний товар на зовнішньому ринку							Q_b				
Функція пропозиції товару для імпорту на зовнішньому ринку							F_c				
Функція дестабілізації внутрішнього споживчого ринку							W				

Пропозицію споживчого товару на зовнішньому ринку для імпорту в національну економіку описує виробнича функція $F_c(t)$. Дестабілізацію внутрішнього споживчого ринку імітує функція $W(t)$. Параметри названих функцій нескладно встановити за відомими даними про реальні обсяги виробництва, експорту, імпорту в минулому. Сталі параметри моделі, які описані в табл. 6.4.1.1, також неважко встановити за відповідними даними [125].

Запишемо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень u_i ($k = \overline{0,4}$) громадян зі сталими доходом s_i пропорційна різниці між цим доходом, зменшеним на податок κ_0 для непенсіонерів, та видатками на особисте споживання:

$$\frac{du_i}{dt} = s_i(1 - k_i\kappa_1) - p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a), \quad (6.4.1.1)$$

де $k = \overline{0,4}$; $k_0 = 0$; $k_i = 1$ ($k = \overline{1,4}$).

Власники малих підприємств виробляють лише споживчу продукцію для внутрішнього ринку. Швидкість зміни їхніх заощаджень пропорційна різниці між доходом від її збуту та видатками на особисте споживання, виробничі потреби й заробітну плату робітникам. Отже,

$$\begin{aligned} \frac{du_5}{dt} = & \frac{D_5}{n_5} \sum_{i=0}^6 n_i p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a) - p_a Q_a(\alpha_5 u_5 / p_a) - \\ & - p_a K(\beta_5 u_5 / p_a) - \frac{n_3}{n_5} (1 + \kappa_1) s_3 - (\kappa_2 + \lambda_5) p_a F_a(\beta_5 u_5 / p_a), \end{aligned} \quad (6.4.1.2)$$

де коефіцієнт D_5 відображає розділення ринків збуту і праці між малими і великими підприємствами:

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

Власники великих підприємств виробляють споживчу продукцію для внутрішнього ринку, імпортують споживчу продукцію, експортують

сировинну продукцію. Швидкість зміни їхніх заощаджень пропорційна різниці між доходами і видатками:

$$\begin{aligned} \frac{du_6}{dt} = & \frac{D_6}{n_6} \sum_{i=0}^6 n_i p_a Q_a(\alpha_i u_i / p_a) + \frac{P_b}{n_6} Q_b(t) - p_a Q_a(\alpha_6 u_6 / p_a) - \\ & - p_a K(\beta_5 u_6 / p_a) - p_b K(\gamma_6 u_6 / p_b) - p_c K(\delta_6 u_6 / p_c) - \\ & - (n_4 / n_6)(1 + \kappa_1) s_4 - (\kappa_2 + \lambda_6) p_a F_a(\beta_6 u_6 / p_a) - \\ & - [\kappa_2 + \lambda_6 + \lambda_6^F] p_b F_b(\gamma_6 u_6 / p_b) - [\kappa_2 + \lambda_6 + \lambda_6^S] p_c S_c(\delta_6 u_6 / p_c). \end{aligned} \quad (6.4.1.3)$$

Швидкість зміни ціни споживчого продукту p_a пропорційна різниці між попитом на нього та обсягами його виробництва й імпорту, а також пропорційна різниці між ціною імпортованого товару на зовнішньому ринку і ціною збуту товару на внутрішньому ринку, тобто

$$\begin{aligned} \frac{dp_a}{dt} = & \theta_a \left[\sum_{i=0}^6 n_i Q_a(\alpha_i u_i / p_a) - \sum_{i=5}^6 n_i F_a(\beta_i u_i / p_a) - \right. \\ & \left. - n_6 S_c(\delta_6 u_6 / p_c) W(t) \right] [(\mu p_c \eta - p_a) \Lambda_c], \end{aligned} \quad (6.4.1.4)$$

де θ_a – параметр інерційності внутрішнього споживчого ринку; μ – торгова націнка; Λ_c – частка імпортованого товару в загальній пропозиції споживчого товару на внутрішньому ринку:

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

Швидкість зміни ціни p_b експортованого сировинного продукту (в іноземній валюті) пропорційна різниці між обсягами попиту на цей продукт на зовнішньому ринку і обсягами її пропозиції національними експортерами:

$$\frac{dp_b}{dt} = \theta_b [Q_b(t) - n_6 F_b(\gamma_6 u_6 / p_b)], \quad (6.4.1.5)$$

де θ_b – параметр інерційності зовнішнього сировинного ринку.

Швидкість зміни ціни імпортованої споживчої продукції під час її закупівлі на зовнішньому ринку пропорційна різниці між пропозицією цієї продукції для національних імпортерів $F_c(t)$ та обсягами імпорту

$S_c(\delta_6 u_6 / p_c)$, залежними від фінансової спроможності імпортерів. Отже,

$$\frac{dp_c}{dt} = \theta_c [n_6 S_c(\delta_6 u_6 / p_c) W(t) - F_c(t)], \quad (6.4.1.6)$$

де θ_c – параметр, що описує інерційність зовнішнього ринку споживчої продукції; $F_c(t)$ – пропозиція споживчої продукції на зовнішньому ринку для імпорту в окрему національну економіку.

Швидкість зміни курсу валют пропорційна різниці між імпортом і експортом:

$$\frac{d\mu}{dt} = \theta_\mu [p_b Q_b(t) - p_c n_6 S_c(\delta_6 u_6 / p_c) W(t)], \quad (6.4.1.7)$$

де θ_μ – параметр, що описує інерційність курсу валют щодо зміни торгового сальдо.

Рівняння (6.4.1.1)-(6.4.1.7) мають єдиний розв'язок за початкових умов

$$u_i^0 = u_i(t_0) \quad (i = \overline{0,6}); \quad p_k^0 = p_k(t_0) \quad (k = a, b, c); \quad \mu_0 = \mu(t_0).$$

Модель (6.4.1.1)-(6.4.1.7) описує економіку з великою часткою імпорту споживчого продукту та значною часткою експорту сировинного продукту. Дана модель та інші її варіанти, записані в попередніх розділах, описують економічну ситуацію, яка склалася в нашій країні на зламі ХХ-ХХІ століть.

Фази ринкової трансформації

Для експериментального дослідження моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7) спроектовано програмне забезпечення за допомогою системи обчислень Matlab. За допомогою цього програмного забезпечення виконано обчислювальні експерименти, сплановані для дослідження модельованих процесів, що відбуваються в нашій країні протягом останніх десятиліть. Для цього встановлено відповідні значення параметрів функцій F_a , F_b , S_c , Q_a , Q_b W а також – параметри рівнянь моделі (6.4.1.1) – (6.4.1.7). При цьому взято до уваги експериментально спостережувані значення обсягів виробництва, споживання, експорту, імпорту, цін та інших параметрів. Також враховано реальні співвідношення між функціями й параметрами моделі, які склалися в

економіці нашої країни за останні десятиліття. На основі такого підходу отримано розв'язок моделі, який наближено відображає недавні й сучасні економічні процеси в нашій країні. Розглянемо їх докладніше.

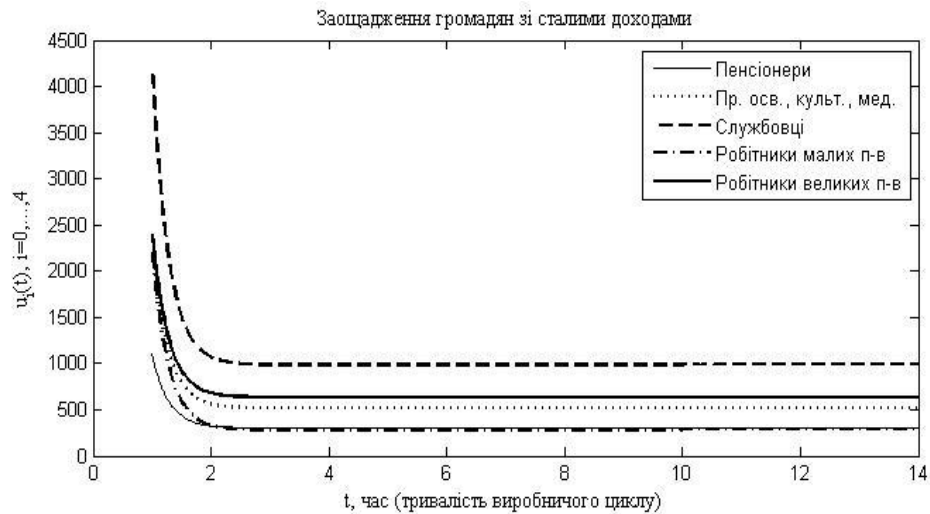


Рис. 6.4.1.1. Графіки заощаджень громадян зі сталим доходом $u_i(t)$ ($i = \overline{0,4}$), знайдені з моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7)

На рис. 6.4.1.1 зображено графіки розв'язків $u_i(t)$ ($i = \overline{0,4}$), які імітують зміну заощаджень громадян зі сталими доходами. Спершу ці заощадження стрімко спадають, а потім – залишаються майже незмінними, різними для окремих економічних груп $i = \overline{0,4}$. Тобто, фінансова спроможність громадян зі сталими доходами близька до прожиткового мінімуму. На жаль, вона проявляється надзвичайно руйнівними подіями: невивплата зарплати, недостатнє харчування, збільшення захворюваності, зменшення народжуваності, старіння й вимирання, масова трудова еміграція, недоступність екстраординарних потреб, злочинність.

На рис. 6.4.1.2 зображено графіки заощаджень власників малих і великих підприємств $u_5(t)$, $u_6(t)$ в окремих масштабах. На рис. 6.4.1.3 зображено графік капіталозабезпечення $u_6(t)/p_a(t)$ власників великих підприємств. На цих рисунках символами B_0 , A_1 , B_1 , A_2 , B_2 позначено п'ять проміжків часу, протягом яких тривали окремі економічні процеси. Це

своєрідні «фази», протягом яких планову державну економіку перетворено в ринкову приватну. Початкові умови (6.4.1.8) моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7) відображають стан економіки України на початку цього перетворення. Економічна структура суспільства, описана в цій моделі, відображає її стан після завершення реформ. За такого підходу розв'язки моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.8) описують економічний процес, який відбувається за незмінних регуляторних умов. За таких обставин фази A_i, B_j ($i=1,2; j=0,2$).

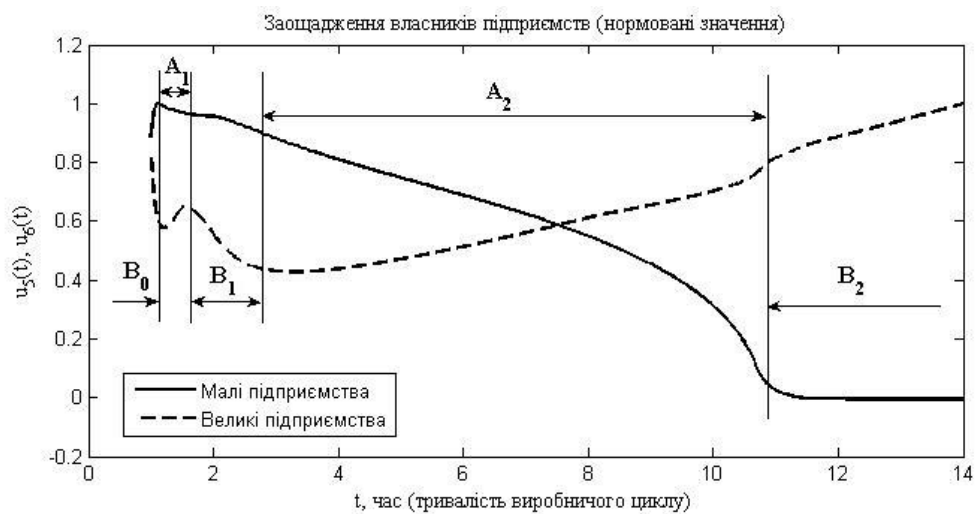


Рис. 6.4.1.2. Графіки нормованих значень заощаджень власників малих і великих підприємств $u_5(t), u_6(t)$, отриманих з моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7)

Протягом «фази» $t \in B_0$ малі і великі підприємства виробляли товари повсякчасної потреби й довготривалого вжитку початок ринкових трансформацій. Під час «фази» $t \in A_1$ заощадження $u_5(t)$ власників малих підприємств поменшали, а заощадження $u_6(t)$ власників великих підприємств побільшали. Більшає частка ринку збуту споживчої продукції, виробленої великими підприємствами, частка імпортного товару на внутрішньому споживчому ринку, меншає споживання громадян зі сталими доходами.

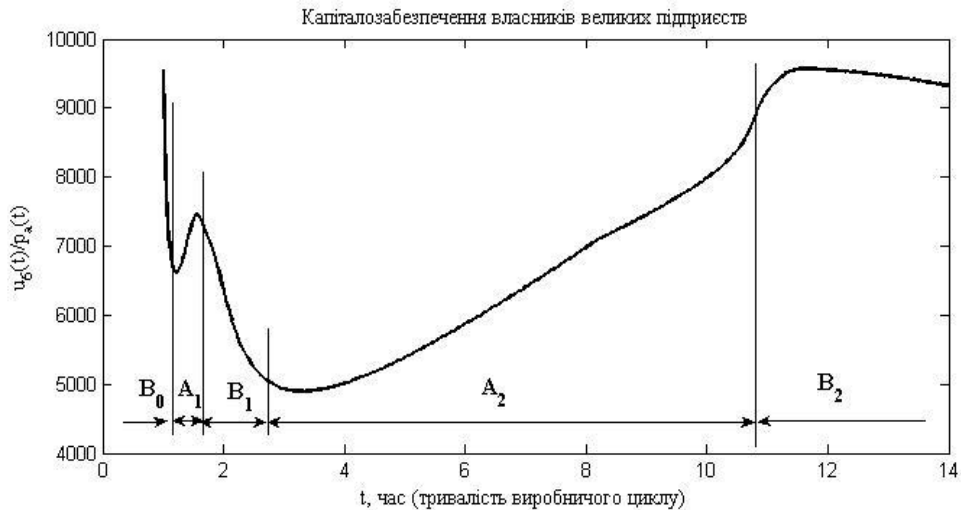


Рис. 6.4.1.3. Графік капіталозабезпечення власників великих підприємств $u_6(t)/p_a(t)$, отриманого з моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7)

На відрізку $t \in B_1$ сповільнюється швидкість спаду капіталозабезпечення малих підприємств u_5/p_a , спадає фінансова спроможність власників великих підприємств. Протягом відрізка часу $t \in A_2$ великі і малі підприємства виробляли дедалі менше споживчого товару. Власники великих підприємств збільшували імпорт споживчого продукту й експорт сировинного товару. Це призвело до протилежно спрямованих змін заощаджень $u_5(t)$, $u_6(t)$. У цей час власники великих підприємств збільшували витрати на участь в місцевому державному управлінні.

Розв'язки моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.8) за $t \in B_0, A_1, B_1, A_2$ імітують процеси, які відбулися в економіці нашої країни. Розв'язок моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.8) при $t \in B_2$ імітує триваючий економічний процес. Заощадження власників великих підприємств $u_6(t)$ більшають, заощадження решти учасників економіки $u_i(t)$ ($i = \overline{0,5}$) – меншають до прожиткового мінімуму: $u_i \approx Q_{I,0} p_a$, де $Q_{I,0}$ – споживання товарів повсякчасної потреби за одиницю часу на рівні фізіологічних потреб. Ця «об'єктивна властивість» побудованої економіки є закономірним результатом відповідного суб'єктивного економічного

управління. Така економічна ситуація не вигідна більшості громадян і видається вигідною власникам великих підприємств лише з погляду тих критеріїв, котрі вони (недалекоглядно) вибрали за управлінські принципи. Це якнайбільший прибуток $\max u_6$, максимальна швидкість збільшення прибутку $\max du_6/dt$, і щонайбільша фінансова перевага над іншими учасниками економіки: $\max(u_6 - u_i)$; $\max d(u_6 - u_i)/dt$, $i = \overline{0,5}$. Проте, змодельована економіка під час фази $t \in B_2$ не вигідна навіть власникам великих підприємств, адже за $t \in B_2$ капіталозабезпечення $u_6(t)/p_a(t)$ власників великих підприємств спадає. Це означає, що згодом більшість громадян залишатиметься зі заощадженнями на рівні прожиткового мінімуму ($u_i \approx Q_{i,0} p_a$, $i = \overline{0,5}$), а власники великих підприємств не зможуть утримувати економічну й політичну владу через нестачу коштів на управління.

За встановлених параметрах моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.5) її розв'язки на $t \in B_2$ відображають збільшення ціни споживчого продукту p_a , майже лінійні збільшення ціни експортованої сировини $p_b(t)$, ціни експортованого споживчого продукту $p_c(t)$ на зовнішньому ринку, а також курсу валют $\mu(t)$ (рис. 6.4.1.4). Експериментально встановлено, що певна зміна параметрів моделі приводить до значних якісних змін її розв'язків. Зокрема, в розв'язках моделі виникають стрибкоподібні зміни $p_k(t)$ ($k = a, b, c$) й курсу $\mu(t)$.

Отримані розв'язки моделі досліджуваної економіки показують коливання фінансової спроможності власників великих і малих підприємств, притаманні системам типу Лотки-Вольтера. Це означає, що після коливань на $t \in [A_i, B_i]$ ($i = 0, 1, 2$) можливе наступне коливання, протягом якого більшатиме капіталозабезпечення малих підприємств, і меншатиме капіталозабезпечення великих підприємств.

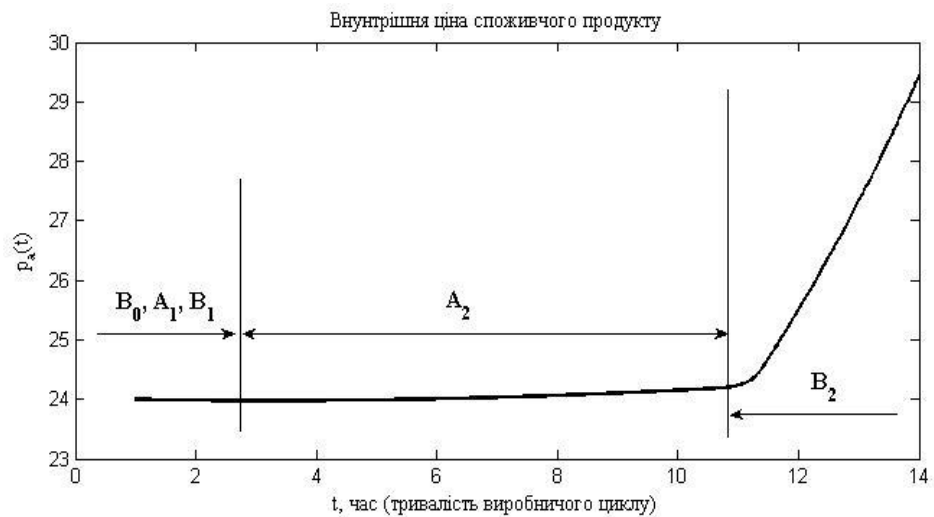


Рис. 6.5.1.4. Графік ціни споживчого продукту $p_a(t)$, отриманого з розв'язування моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7)



Рис. 6.4.1.5. Графік купівельної спроможності пенсіонерів $u_0(t)/p_a(t)$, отриманої з розв'язування моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7)

За допомогою аналізу розв'язків моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.5) встановлено основні закономірності утворення сучасної економічної ситуації в нашій країні. Далі з допомогою обчислювальних експериментів встановимо, як окремі параметри розробленої моделі економіки впливають на сучасні економічні процеси в нашій країні.

6.4.2. Залежність економічних процесів від окремих їхніх параметрів

За допомогою програмного забезпечення моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7) виконано обчислювальні експерименти, сплановані для виявлення впливу окремих параметрів моделі на динаміку досліджуваних економічних процесів. Для цього послідовно розв'язано рівняння (6.4.1.1)-(6.4.1.7) з різними значеннями одного параметра.

Шляхом обчислювального експерименту досліджено, як інерційність ринкового ціноутворення впливає на динаміку цін і заощаджень. Установлено, що зменшення інерційності внутрішнього ринку споживчих товарів (збільшення θ_a) посилює спадання капіталозабезпечення $u_6(t)/p_a(t)$ власників великих підприємств на $t \in B_2$ та викликає спад купівельної спроможності $u_i(t)/p_a(t)$ громадян зі сталими доходами $i = \overline{0,4}$. Зменшення інерційності утворення курсу іноземної валюти (збільшення θ_μ), та збільшення торгової націнки η приводить до таких самих наслідків.

Зменшення інерційності зовнішнього ринку збуту сировини (збільшення θ_b) зменшує швидкість спаду капіталозабезпечення власників великих підприємств $u_6(t)/p_a(t)$ на області $t \in B_2$. Тому довготривалі торгові угоди вигідні власникам великих підприємств, зайнятих експортом сировини.

Зміна інерційності зовнішнього ринку споживчих товарів θ_c суттєво впливає на динаміку капіталозабезпечення $u_6(t)/p_a(t)$ власників великих підприємств (6.4.1.6). Зі збільшенням θ_c графіки $u_6(t)/p_a(t)$ зсуваються вліво. Внаслідок зменшення інерційності зовнішнього ринку імпорту споживчих товарів економічні події в національній економіці наступають у більш ранні моменти часу (коротшає тривалість окремих економічних процесів).

Збільшення затрат на участь у загальнодержавній владі видно з

виникнення мінімуму IV функції $u_6(t)/p_a(t)$. Погіршення дохідності великих імпортерів споживчої продукції внаслідок збільшення θ_c видно зі зниження графіку $u_6(t)/p_a(t)$ справа від екстремуму III. Ці закономірності показують, що скорочення характерного проміжку часу зміни кон'юнктури зовнішнього ринку споживчих товарів прямо впливає на інтенсивність становлення в нашій країні існуючого типу економіки. Це означає, що сучасна мобільність зовнішнього споживчого ринку становила важливий чинник виникнення економічної залежності національних учасників економіки від іноземних виробників й імпортерів споживчої продукції.

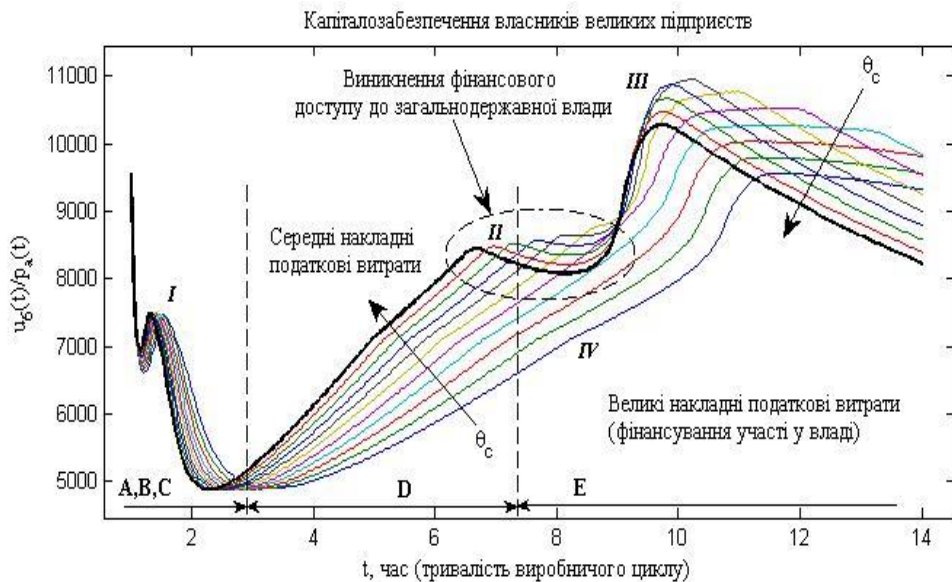


Рис. 6.4.2.1. Графіки залежності капіталозабезпечення $u_6(t)/p_a(t)$ власників великих підприємств від інерційності ціноутворення на зовнішньому ринку постачання споживчих товарів

Актуальною проблемою сучасної економіки України вважають необхідність диверсифікації виробництва (збільшення асортименту товарів вітчизняного виробництва). У розробленій моделі витрати на виробництво новинок описує параметр β_6 , який вказує частку витрат власників великих підприємств на виробництво споживчого продукту.

Експериментально встановлено, що збільшення частки виробничих

витрат β_6 власниками великих підприємств приводять до швидшого перебігу економічних процесів (зміни фаз). Збільшення частки β_6 вигідне власникам великих підприємств у довготривалій перспективі: на $t \in B_2$ меншає u_6 , але більшає du_6/dt (рис. 6.4.2.2). Збільшення β_6 призводить до звуження сектору збуту товарів, вироблених малими підприємствами. У змодельованій ситуації за великих β_6 малі підприємства повністю припиняють виробництво (рис.6.4.2.3), сектор економіки займають великі підприємства. Це означає, що «диверсифікація виробництва» шляхом «збільшення виробничих витрат власниками великих підприємств» (створення ними нових підприємств в країні) має негативні суспільні наслідки: через значну відмінність у капіталообезпеченні зникає сектор малих підприємств.

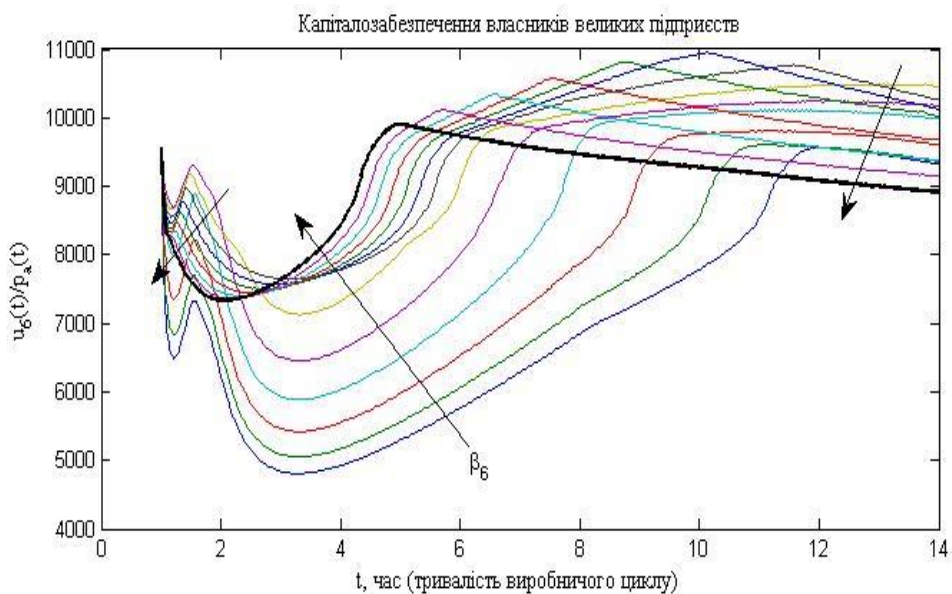


Рис. 6.4.2.3. Графіки залежності капіталообезпечення $u_6(t)/p_a(t)$ власників великих підприємств від частки виробничих витрат β_6

Розглянемо, як на модельовану економіку впливає зміна обсягів споживання. Споживчий попит імітують параметри функції Q_a . Результати обчислення залежності розв'язків моделі від споживання Q_a показано на рис. 6.4.2.4. Видно, що певне збільшення попиту викликає повільне підвищення фінансової спроможності власників малих підприємств.

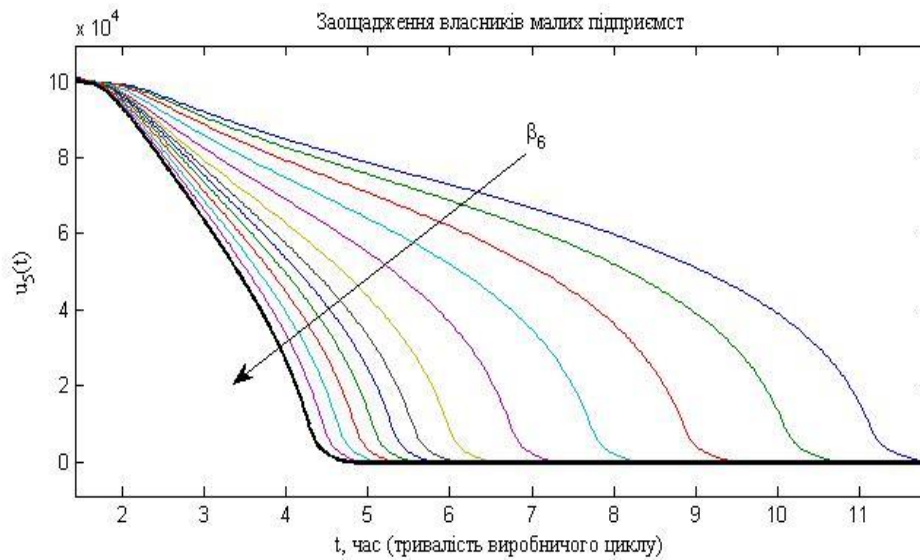


Рис. 6.4.2.4. Графіки залежності капіталозабезпечення $u_5(t) / p_a(t)$

власників великих підприємств від частки виробничих витрат β_6 власниками великих підприємств

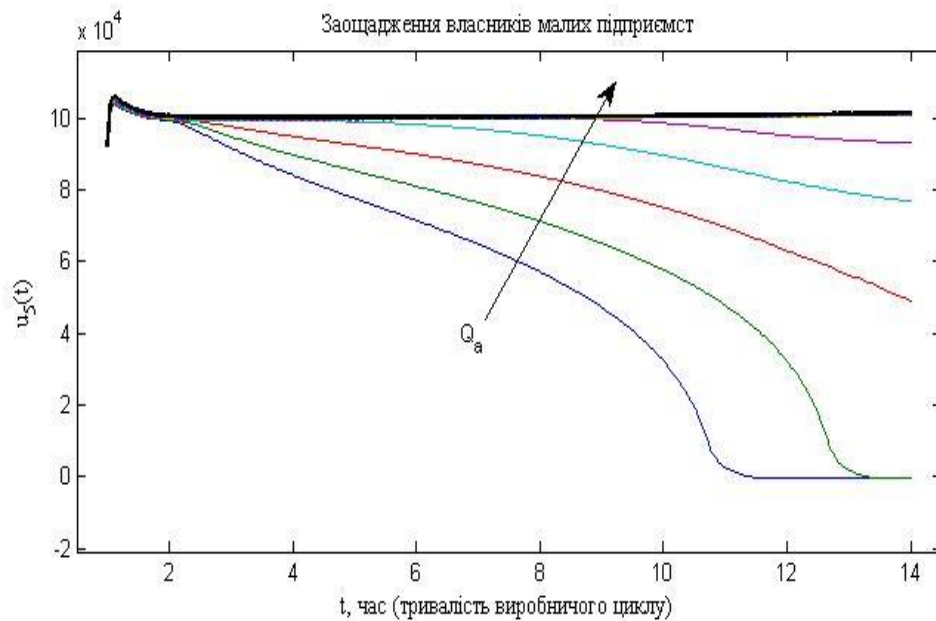


Рис. 6.4.2.5. Графіки залежності капіталозабезпечення $u_5(t) / p_a(t)$

власників великих підприємств від споживання Q_a

Тобто, збільшення споживчого попиту однонаправлено впливає на капіталозабезпечення власників малих підприємств.

Розглянемо, як на стан досліджуваної економіки впливає збільшення продуктивності технологій F_a . У результаті обчислювальних експериментів

встановлено, що збільшення продуктивності технологій в національному секторі виробництва споживчих товарів приводить до більш ранньої зміни економічних фаз (швидшого перебігу економічних процесів). Зміна продуктивності технологій спричиняє короткотривалу сильну однонаправлену зміну заощаджень власників великих підприємств $u_6(t)$. А також – довготривалу слабку протилежно спрямовану їхню зміну (рис. 6.4.2.6).

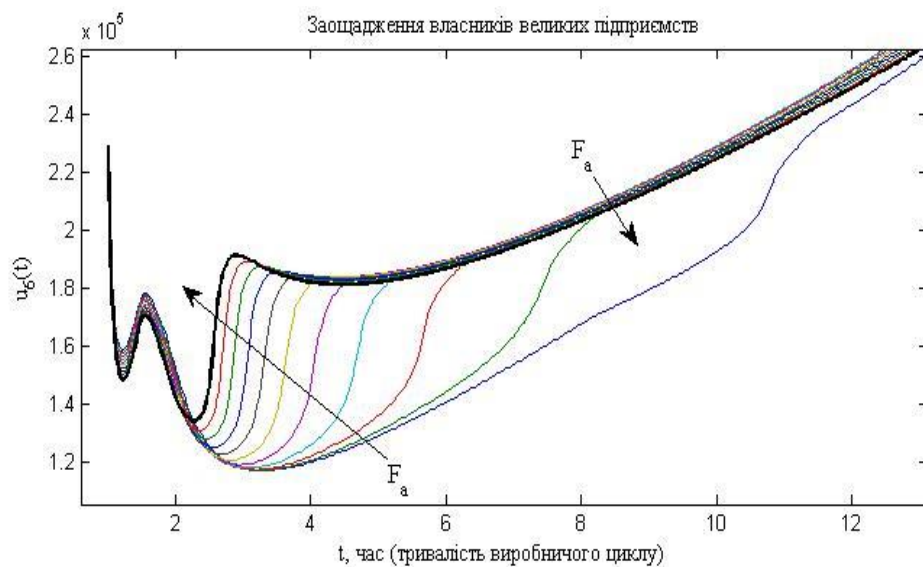
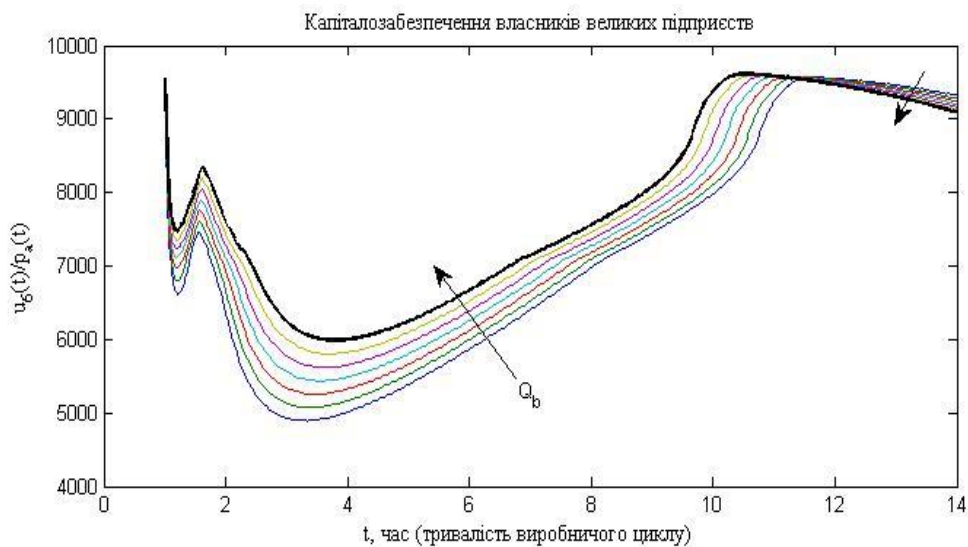


Рис. 6.4.2.6. Графіки залежності заощаджень $u_6(t)$ власників великих підприємств від продуктивності технологій F_a

У разі збільшення фондівддачі (змодельованої функцією F_a) заощадження власників малих підприємств $u_5(t)$ меншають (подібно, на рис. 6.4.2.4). Тобто, збільшення фондівддачі (F_a) викликає збільшення заощаджень $u_6(t)$ власників великих підприємств і зменшення заощаджень $u_5(t)$ власників малих підприємств. Так технологічне вдосконалення виробництва посилює фінансову розрізненість між власниками великих і малих підприємств $d(u_6 - u_5) / dt > 0$. Ця розрізненість виникає внаслідок того, що у (змодельованій) низькопродуктивній економіці операції дають відносно більший

дохід учаснику з вищою фінансовою спроможністю. Така економіка діє як «демон Максвелла».

Далі поставимо задачу дослідити вплив попиту $Q_b(t)$ на експортований сировинний продукт на зовнішньому ринку. З'ясувалося, що збільшення попиту $Q_b(t)$ на експортовану сировину (на іноземних ринках) покращує фінансову спроможність власників великих підприємств і погіршує фінансову спроможність власників малих підприємств та всіх груп громадян зі сталими доходами (рис. 6.4.2.7). У цьому розумінні експорт сировини є вигідним лише для власників великих підприємств.



6.4.2.7. Графіки залежності заощаджень $u_6(t)$ власників великих підприємств від попиту на сировинний продукт $Q_b(t)$ на зовнішньому ринку

Збільшення іноземної пропозиції F_c споживчого товару для імпорту в національну економіку також збільшує фінансову спроможність великих підприємств і зменшує фінансову спроможність малих підприємств. Обчислювальні експерименти з імітацією штучної дестабілізації ринку з допомогою функції $W(t)$ підтверджують висновки, отримані за допомогою якісного аналізу розв'язків моделі.

У [19] відзначено, що збільшення зарплати робітникам має загальний позитивний вплив на економіку країни зі значною часткою тіньового

сектору. Враховуючи це, дослідимо, як зміна зарплати s_4 робітників великих підприємств впливає на досліджувану економіку.

Установлено, що зміна заробітної плати робітників великих підприємств має односпрямований вплив на фінансову спроможність власників малих підприємств. У разі збільшення зарплати s_4 робітників великих підприємств заощадження власників малих підприємств $u_5(t)$ спершу припиняють спадати, а далі – (за певних обсягів s_4) – починають зростати (рис. 6.4.2.8). Крім того, значне підвищення зарплати s_4 приводить до зменшення витрат підприємців на оплату своєї участі у загальнодержавній владі.

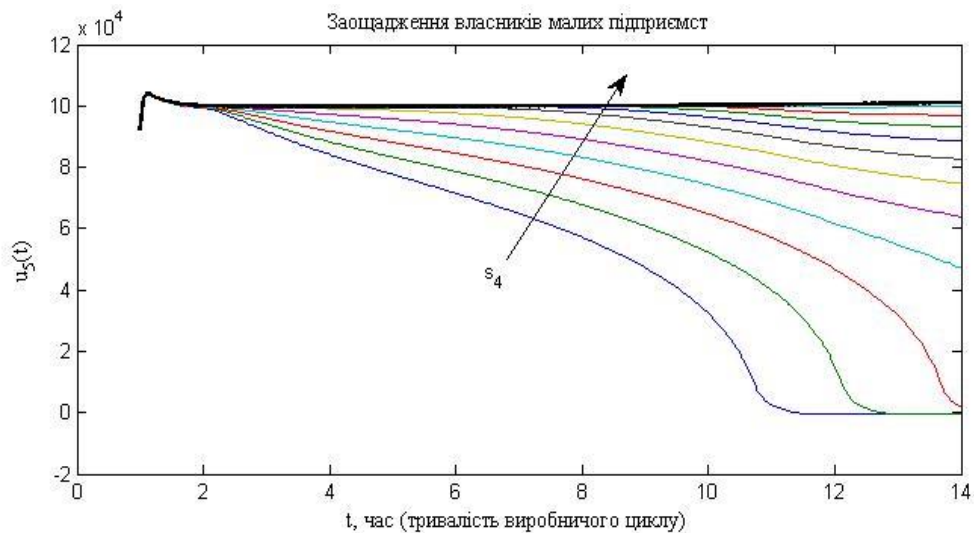


Рис. 6.4.2.8. Графіки залежності заощаджень $u_5(t)$ власників малих підприємств від зарплати s_4 робітників великих підприємств

Тобто, для сучасної економіки України, підвищення зарплати s_4 робітників великих підприємств веде до підвищення фінансової спроможності власників малих підприємств. Підвищення зарплати s_4 є «найпростішим» способом досягнення одномодальної структури суспільства, активізації економічної діяльності малих підприємств з переходом економіки у високопродуктивний стан. Результати аналізу розв'язків моделі (6.5.1.1)-(6.5.1.7) дають підстави для таких висновків. У сучасній економіці нашої

країни виникла група власників великих підприємств. У існуючих соціально-економічних умовах внутрішня економічна діяльність цих підприємств приводить до збіднення громадян зі сталими доходами і власників малих підприємств. Їхня зовнішньоекономічна діяльність посилює існуючу економічну розрізненість суспільства.

До утворення ринкової лібералізованої економіки з централізацією економічної і політичної влади привели такі економічні процеси: скорочення обсягів виробництва споживчих товарів малими підприємствами, зменшення споживання товарів довготривалого вжитку, витіснення з внутрішнього ринку товарів національного виробництва імпортованими товарами; фінансування підприємцями своєї участі спершу в місцевій владі, потім – у загальнодержавній; збільшення фінансової спроможності власників великих підприємств на основі зниження фінансової спроможності решти учасників економіки.

Як відомо, ефективність високопродуктивної економіки покращують такі заходи: збільшення інвестицій у вдосконалення виробничих фондів, збільшення обсягів виробництва, імпорту споживчих товарів й експорту сировинного товару, збільшення витрат власників великих підприємств на виробничі потреби, збільшення попиту на експортований сировинний продукт на зовнішньому ринку, збільшення пропозиції споживчого продукту на цьому ринку, скорочення тривалості операцій на зовнішньому ринку. Проте названі заходи в досліджуваній низькопродуктивній економіці мають протилежні наслідки. В умовах нашої країни вони зменшують фінансову спроможність власників малих підприємств і громадян зі сталим доходом. Підвищення зарплати робітників великих підприємств зближує фінансово розрізнені групи навіть за цілковитої відсутності внутрішньої солідаризації учасників економіки.

Аналіз розв'язків математичних моделей сучасної економіки України показує, що за останні десятиліття динамічний стан господарства нашої країни (виражений у моделях заощадженнями і цінами), змінювався,

переходячи через кілька фаз. Остання фаза є відносно довготривалою. Протягом неї відбувається посилення економічної (майнової) розрізненості між малою групою осіб, формально названих в моделях «власниками великих підприємств», і рештою суспільства.

Суспільно-економічні умови, створені в нашій країні, посилюють економічну розрізненість учасників громадян. Економіка діє як «демон Максвелла», який «сортує» людей на «бідних і багатих». Тобто – комерційні й регуляторні відносини утримують бімодальний розподіл суспільства за величиною фінансової спроможності. Так, інвестування, нововведення, активізація міжнародної торгівлі, збільшення імпорту й експорту в суспільствах з бімодальною економічною структурою суспільства посилюють суспільну нерівність, дають фінансові ресурси для централізації влади й капіталу.

Зауважимо, що досліджувана економіка зберігає суспільно-економічні феномени, які здатні повернути назад діючі процеси посилення майнової розрізненості. Це, зокрема, дрібні збільшення фінансової спроможності й фондозабезпечення учасників економіки на основі кооперації [25], взаємного вексельного кредитування [22], введення в комерційну діяльність практики оцінювання результативності економічної операції для всіх її учасників з виводом відповідних планових заходів, створення умов для становлення «середнього класу» аграрних виробників [26].

6.4.3. Опис програмного забезпечення

Для розв'язування рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7) застосовано систему обчислень Matlab. Програмне забезпечення моделі спроектовано як головну програму з окремими програмними функціями. У головній програмі розміщено основні обчислення, пов'язані з розв'язуванням рівнянь моделі. У програмних функціях вираховано значення математичних функцій, застосованих у моделі. В окремій програмній функції описано систему диференціальних

рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7).

Головна програма призначена для присвоєння значень параметрам моделі та початковим умовам (6.4.1.8) системи диференціальних рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7), а також – для визначення часового проміжку, на якому необхідно розв'язати моделюючі диференціальні рівняння. У головній програмі застосовано функцію ode45 системи Matlab розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР). Також у ній розміщено оператори графічного відображення результатів моделювання, збереження цих результатів у текстовому та графічному форматах. Для передачі параметрів між функціями застосовано глобальні змінні.

Для управління обчислювальними експериментами застосовано пакетний режим виклику головної моделюючої програми, та виклик її з допомогою команд графічного діалогового інтерфейсу. У разі пакетного управління обчислювальними експериментом значення параметрів моделі задано безпосередньо в тексті головної програми з відповідними її документуванням у супровідних коментарях. У діалоговому управлінні обчислювальним експериментом значення параметрів моделі задано командами графічного діалогового інтерфейсу.

Для збереження параметрів моделі, введених з графічного діалогового інтерфейсу, застосовано спеціальний файл конфігурації. Перед початком обчислень, а також в ході обчислень відповідні сервісні функції зчитують значення параметрів моделі з цього конфігураційного файлу. В кінці або в ході обчислень відповідні сервісні функції записують у конфігураційні файли значення параметрів моделі. Такий підхід допомагає продовжувати експерименти з моделлю в різних сеансах обчислень, а також – документувати їхні результати.

Щоб полегшити виконання обчислень за зміни часток розходу заощаджень на різні потреби в головній програмі моделі додано контроль рівності одиниці суми часток $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i$ для всіх груп $i = \overline{0,6}$.

Головну моделюючу програму та програму графічного діалогового інтерфейсу розроблено у двох варіантах. Перший варіант головної моделюючої програми призначений для того, щоб знайти один розв'язок моделюючих рівнянь на вказаному проміжку часу за заданих параметрів й початкових умов. Це необхідно для того, щоб встановити, як модельовані величини (динамічні змінні моделі) змінюються з часом.

Другий варіант головної моделюючої програми призначений знайти кілька розв'язків моделі за різних значень її параметрів. Це необхідно для того, щоб встановити, як зміна параметрів моделі впливає на її розв'язки. Схематично алгоритми головних моделюючих програм зображено на рис. 6.4.3.1, 6.4.3.2. Докладно порядок обчислень в цих програмах описано в алгоритмах 6.1, 6.2.

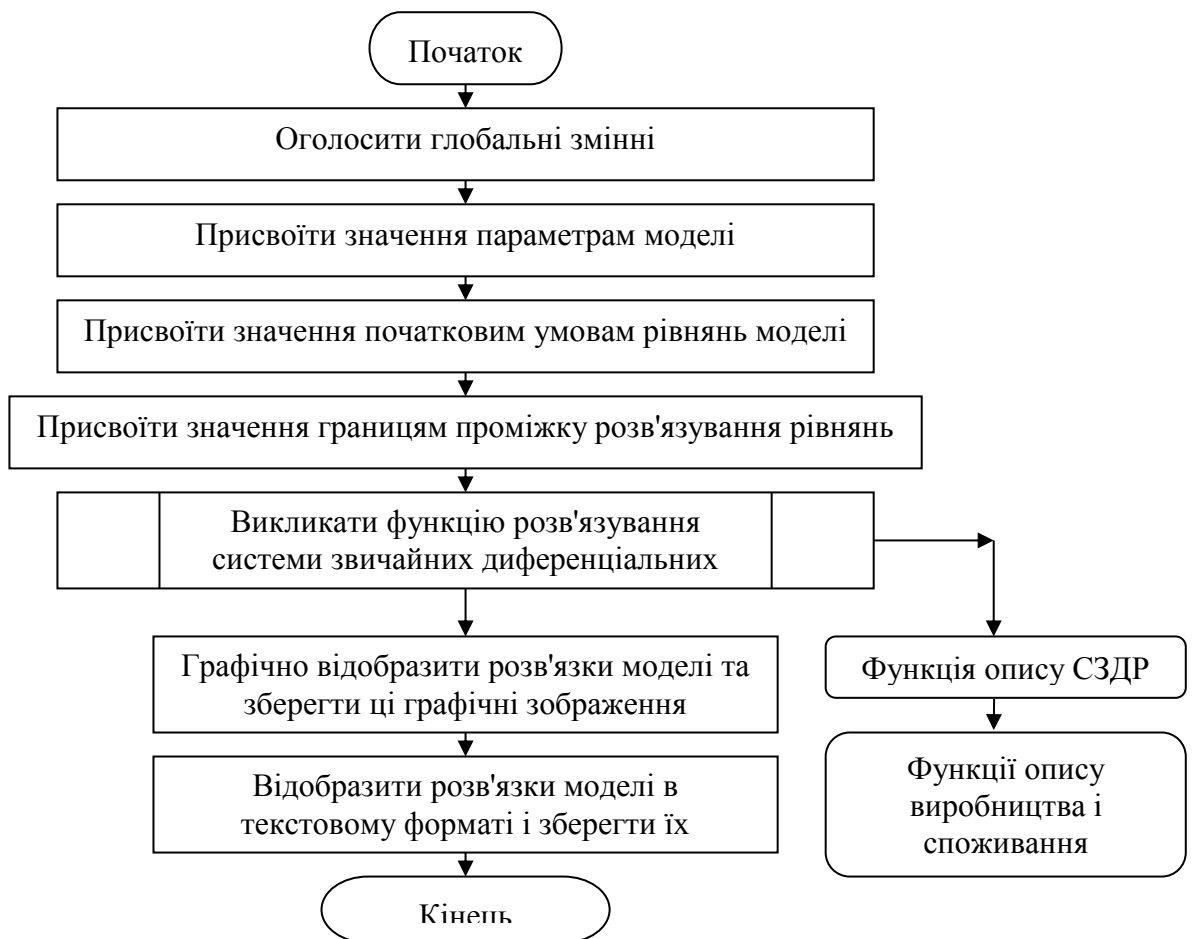


Рис. 6.4.3.1. Блок-схема алгоритму головної програми розв'язування рівнянь моделі

Алгоритм 6.1. Розв'язування рівнянь моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7).

1. Оголосити глобальними змінними параметри, які описують структуру розходу коштів $\alpha_i, \beta_j, \gamma_6, \delta_6$ членами економічних груп $i = \overline{0,6}$; $j = 5,6$ і присвоїти значення параметрам $\alpha_i, \beta_j, \gamma_6, \delta_6$ ($i = \overline{0,6}; j = 5,6$).
2. Перевірити, чи значення параметрів $\alpha_i, \beta_j, \gamma_6, \delta_6$ ($i = \overline{0,6}; j = 5,6$) відповідають умовам $\alpha_i = 1$ ($i = \overline{0,4}$), $\alpha_5 + \beta_5 = 1$; $\alpha_6 + \beta_6 + \gamma_6 + \delta_6 = 1$. Якщо ні, – змінити значення параметрів відповідно до цих умов, і вивести повідомлення із застереженням про зміну параметрів.
3. Оголосити глобальними змінними параметри накладних виробничих витрат λ_i ($i = 5,6$), присвоїти їм значення.
4. Оголосити глобальними змінними параметри накладних витрат під час експорту сировинного продукту λ_6^F , під час імпорту споживчого продукту λ_6^S власниками великих підприємств, і присвоїти їм значення.
5. Оголосити глобальними змінними s_i ($i = \overline{0,4}$), присвоїти їм значення зарплати членів груп $i = \overline{0,4}$.
6. Оголосити глобальними змінними параметри, які описують економічну структуру суспільства n_i ($i = \overline{0,6}$), присвоїти їм значення. Перевірити, чи дотримано умову $\sum_{i=0}^6 n_i = 1$. Якщо ні, – відповідно змінити значення цих параметрів, і вивести повідомлення із застереженням про зміну їхніх значень.
7. Оголосити глобальними змінними параметри, що описують оподаткування κ_i ($i = 0,1,2$), присвоїти їм значення.
8. Оголосити глобальними змінними параметри, що описують інерційність товарних ринків і курсу валют θ_k ($k = a,b,c,\mu$), присвоїти їм значення.

9. Оголосити глобальними змінними параметри Δ_6^k ($k = \beta, \gamma, \delta$), які описують сектори трудової зайнятості робітників великих підприємств, вирахувати їхні значення.

10. Оголосити глобальною змінною параметр, що описує торгівлю націнку μ під час збуту імпортного споживчого товару, присвоїти йому значення.

11. Оголосити глобальними змінними індекси, що вказують номери динамічних змінних відповідно $u_i(t)$ ($i = \overline{0,6}$); $p_k(t)$ ($k = a, b, c$); $\mu(t)$ для явного описування системи диференціальних рівнянь; присвоїти їм значення.

12. Присвоїти значення масиву назв динамічних змінних $u_i(t)$ ($i = \overline{0,6}$); $p_k(t)$ ($k = a, b, c$); $\mu(t)$.

13. Створити вектор-рядок y_0 (масив розміром 1×11) для значень початкових умов (6.4.1.8) і присвоїти значення елементам масиву відповідно до порядку динамічних змінних $u_i(t)$ ($i = \overline{0,6}$); $p_k(t)$ ($k = a, b, c$); $\mu(t)$.

14. Оголосити масив розміром 1×2 для границь відрізка $[t_0, t_k]$ розв'язування системи моделюючих рівнянь і присвоїти значення елементам цього масиву, де t_0 – значення часу в точці початкових умов, заданих в п. 14; t_k – кінцева точка розв'язування системи диференціальних рівнянь.

15. Викликати функцію `odenn` розв'язування системи диференціальних рівнянь з параметрами: вказівник на функцію опису системи диференціальних рівнянь; часовий проміжок розв'язування рівнянь; початкові умови y_0 . Присвоїти значення знайдених розв'язків масивам $y(t_k) = (u_0(t_k), \dots, u_6(t_k), p_a(t_k), p_b(t_k), p_c(t_k), \mu(t_k))$, ($k = \overline{1, m}$); $t = (t_1, \dots, t_m)$; де m – кількість дискретних значень знайдених розв'язків рівнянь (5.1)-(5.7).

16. Графічно відобразити розв'язок $y = y(t)$; $t \in [t_0, t_m]$, заданий дискретною функціональною залежністю у масивах y , t . Зберегти графічне

відображення розв'язків у файлах графічного формату.

17. Зберегти масиви y , t з дискретно заданим розв'язком рівнянь в текстовому форматі.



Рис. 6.4.3.2. Блок-схема алгоритму головної програми встановлення залежності розв'язків рівнянь від зміни значень її параметра

Алгоритм 6.2. Встановлення залежності розв'язків моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7) від її параметрів.

1. Виконати пп. 1-14 алгоритму 6.1.
2. Задати початкові й кінцеві значення та крок перебору одному або

декільком параметрам a моделі (які оголошені в п.1), і присвоїти цим параметрам початкові значення.

3. За значень параметрів a , заданих в п.2, або п. 6, викликати функцію `odenn` розв'язування системи диференціальних рівнянь з параметрами: вказівник на функцію опису системи диференціальних рівнянь; часовий проміжок розв'язування рівнянь; початкові умови y_0 . Присвоїти значення знайдених розв'язків масивам $y(t_k) = (u_0(t_k), \dots, u_6(t_k), p_a(t_k), p_b(t_k), p_c(t_k), \mu(t_k))$, $(k = \overline{1, m})$; $t = (t_1, \dots, t_m)$; де m – кількість дискретних знайдених значень розв'язків рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7).

4. Графічно відобразити розв'язок $y = y(t)$; $t \in [t_0, t_K]$, заданий дискретною функціональною залежністю у масивах y , t . Зберегти графічне відображення розв'язків у графічному форматі.

5. Зберегти масиви y , t – дискретно задані розв'язки рівнянь в текстовому форматі.

6. Збільшити значення параметрів a на заданий крок і повторити пп. 3-6 поки параметри a не досягнуть кінцевого граничного значення.

Параметри моделі та відповідні їм програмні ідентифікатори подано в таблиці В1 Додатку В.

У розробленій моделі застосовано функції, які описують економічну поведінку. Це функції попиту $Q_a(r)$, $S_c(r)$, які залежать від купівельної спроможності r . Виробничі функції $F_a(z)$, $F_b(z)$ й функція $K(z)$, які залежать від капіталозабезпечення z . Та функції $F_c(t)$, $Q_b(t)$, $W(t)$, які явно залежать від часу t . У програмному забезпеченні моделі для кожної з цих математичних функцій розроблено відповідну програмну функцію, яка приймає один аргумент і повертає значення функції. Перелік математичних функцій та відповідних їм програмних процедур подано в табл.6.4.3.3.

Для ідентифікації параметрів моделі застосовано методи, запропоновані в

[110,111], методи нелінійної апроксимації, методи встановлення виробничих функцій, методи експертного аналізу й порівняльне зіставлення окремих функціональних залежностей.

Таблиця 6.4.3.3.

Перелік функцій моделі та ідентифікаторів відповідних їм програм

Назва функції	По значення	Ідентифікатор
Функція споживання на внутрішньому ринку	Q_a	qqqaaa(rrr)
Функція імпорту споживчого продукту	S_c	sssccc(rrr)
Виробнича функція споживчого продукту	F_a	fffaaa(zzz)
Виробнича функція сировинного продукту	F_b	fffbba(zzz)
Функція накладних податкових витрат	K	kapak(zzz)
Функція зовнішньої пропозиції споживчого продукту	F_c	fffccc(ttt)
Функція зовнішнього попиту на сировинний продукт	Q_b	qqqbbb(ttt)
Функція дестабілізації внутрішнього споживчого ринку	W	www(ttt)

Систему звичайних диференціальних рівнянь моделі (6.4.1.1)-(6.4.1.7) описано в функції `ua_sz_ode(t,y)`. Цю функцію викликає бібліотечна процедура `ode45` системи Matlab. Функція `ua_sz_ode` приймає два параметри. Перший параметр, позначений в програмі ідентифікатором t , – це час, незалежний аргумент системи диференціальних рівнянь. Другий параметр, позначений символом y – вектор-рядок (масив розміром 11×1) значень динамічних змінних моделі. Ці значення необхідні для вирахування правих сторін рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7).

Функція `ua_sz_ode` повертає один параметр, позначений (за прийнятою домовленістю) ідентифікатором `dydt`. Результуючий параметр `dydt` – це вектор-рядок (масив розміром 11×1). Його елементи вираховані за формулами, записаними у правих сторонах рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7). Тобто,

окремий елемент масиву $dydt$ задає числове значення відповідного диференціального рівняння, вираховане за заданих значень незалежної змінної t й відомих значення змінних стану y . Така структура опису системи звичайних диференціальних рівнянь прийнята в системі обчислень Matlab.

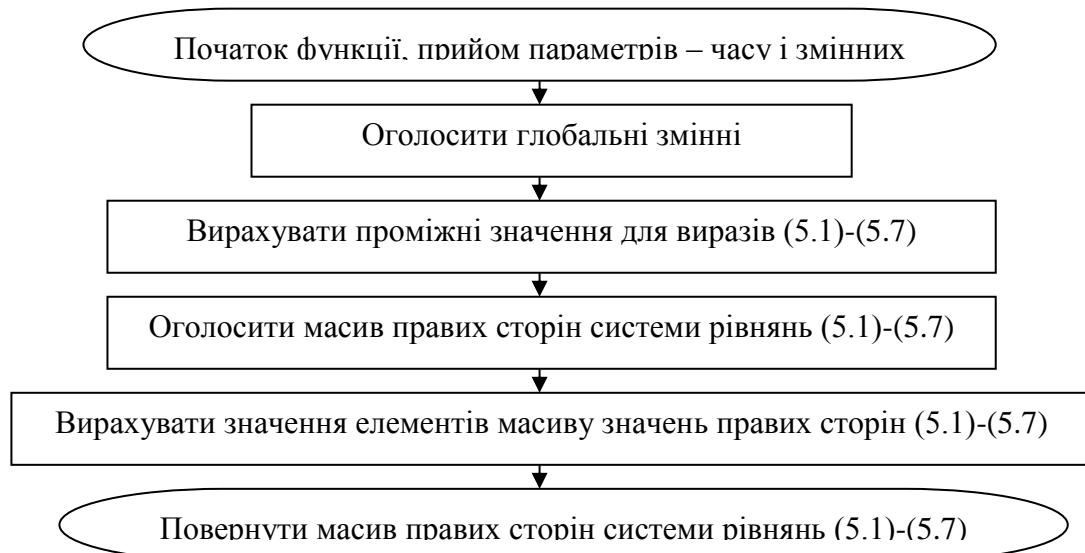


Рис. 6.4.3.3. Блок-схема алгоритму функції ua_sz_ode з описом системи диференціальних рівнянь моделі

У процедурі опису моделюючих рівнянь ua_sz_ode оголошено глобальні змінні – параметри моделі, які не залежать від змінних стану. Також виконано обчислення параметрів й проміжних значень, потрібних для вирахування правих сторін рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7). Схематично алгоритм функції ua_sz_ode зображено на рис. 6.4.3.3. Детальний порядок обчислень в функції ua_sz_ode описано в алгоритмі 6.3.

Алгоритм 6.3. Порядок обчислень правих сторін системи диференціальних рівнянь моделі.

1. Прийняти значення незалежної змінної t і вектор-рядка змінних стану y розміром 11×1 .
2. Оголосити глобальними змінними частки витрат α_i , β_j , γ_6 , δ_6

($i = \overline{0,6}; j = 5,6$); накладні виробничі витрати λ_i ($i = 5,6$); накладні витрати при експорті сировинного продукту λ_6^F , при імпорті споживчого продукту λ_6^S ; зарплату s_i ($i = \overline{0,4}$); параметри, які описують економічну структуру суспільства n_i ($i = \overline{0,6}$); податки κ_i ($i = 0,1,2$); параметри інерційності товарних ринків і курсу валют θ_k ($k = a,b,c,\mu$); параметри Δ_6^k ($k = \beta,\gamma,\delta$), які описують сектори трудової зайнятості робітників великих підприємств; торгову націнку μ при збуті імпортного споживчого товару; індекси, що вказують номери динамічних змінних відповідно $u_i(t)$ ($i = \overline{0,6}$); $p_k(t)$ ($k = a,b,c$); $\mu(t)$.

3. Вирахувати значення параметрів D_5, D_6, Λ_c .

4. Оголосити (створити) вектор-рядок (масив розміром 11×1) `dydt` правих сторін системи диференціальних рівнянь.

5. Присвоїти значення елементам масиву `dydt` значення правих сторін рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7).

6. Повернути значення масиву `dydt`.

Текст функції процедури опису `ua_sz_ode` системи рівнянь (6.4.1.1)-(6.4.1.7) подано в Додатку В.

За допомогою описаного програмного забезпечення отримано розв'язки, описані в цьому розділі. Застосований підхід відзначається простотою проектування програмного забезпечення, зручністю управління обчислювальними експериментами. Крім того, для експериментального дослідження розроблених моделей застосовано інші програмні структури [36].

Висновки до розділу 6

1. Для теоретичного та експериментального дослідження процесів зближення економіки України з економіками Заходу (Євросоюзу) та Сходу (Росії) 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, Заходом і Сходом) та модель зміни економічної структури суспільства внаслідок інтегрування господарства України в економіку Євросоюзу або Росії. 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.

2. Проведено якісний аналіз моделей. 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 Росії, тобто двох низькопродуктивних економік, консервує наявний економічний стан і приводить до ослаблення суверенітету країни. Ці висновки адекватно відображені у динаміці економічної структури суспільства.

3. 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.

4. 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.

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, біфуркацій, 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. 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 одномодального 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 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 неутилізованих 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 (стандарт) 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 денаціоналізації 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.

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.

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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев Ю.К., Сухоруков А.П. Введение в теорию катастроф. - М.: Изд-во МГУ, 2000.
2. Андреев А. Ю. Синергетика в социальных науках: Пути развития, опасности и надежды / А. Ю. Андреев, Л. И. Бородкин, М. И. Левандовский // Круг идей: макро и микроподходы в исторической информатике. Труды V конференции Ассоциации «История и компьютер». – Минск: БГУ, 1998. – С. 27-51.
3. Андриевский Б. Р. Элементы математического моделирования в програмных сферах MATLAB и Scilab / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. – М.: Наука, 2001. – 286 с.
4. Анищенко В.С., Ануфриева М.В., Вадивасова Т.Е. Стохастический резонанс в бистабильной системе под воздействием хаотического сигнала // Письма в ЖТФ, 2006, т.32, вып. 20. – С. 12-17.
5. Аршинов В.И., Буданов В.Г. Синергетика – эволюционный аспект // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М., 1994, с.229.
6. Ашманов С. А. Введение в математическую экономику / С. А. Ашманов. – М.: Наука, 1984. – 286 с.
7. Ашманов С. А. Математические модели и методы в экономике / С. А. Ашманов. – М.:Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 199 с.
8. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т.2. – М.: Мир, 1978.
9. Баранцев Р.Г. Нелинейность – когерентность – открытость как системная триада синергетики // Мост. – 1999. –№ 29. – С. 54-55.
10. 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.

11. Буяк Л. М. Динамічна модель економіки з урахуванням економічної структури суспільства та екологізації виробництва / Л. М. Буяк, М. В. Григорків // Збірник наук. праць. Економіка. – 2009. – Вип. 494. – С. 139-143.
12. Буяк Л. М. Про еколого-економічні функції та методи їх побудови / Л. М. Буяк // Економічна кібернетика. – 2003. – № 1-2 (19-20). – С. 67-73.
13. 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. Випуск 4. – Економічні науки. – Чернівці: АНТ ЛТД, 2007. – С. 316-321.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Буяк Л.М. Математичні моделі загальної економічної динаміки з урахуванням соціально-економічної кластеризації [монографія] /Л.М.Буяк. – Чернівці: ЧНУ. Видавництво «Рута», 2016. – 392 с.
19. Буяк Л.М. Математична модель взаємодії легального та нелегального секторів ринкової економіки /Л. М. Буяк/ Вісник ТНЕУ. – Тернопіль: Економічна думка, 2012. - №3. - С.17-33.

20. Буяк Л.М. Математична модель інвестування у низькопродуктивну економіку / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.1. – С. 346-358.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Буяк Л.М. Модель впливу державного регулювання на стан перехідної економіки / Л.М. Буяк, В.К. Паучок. // Економіст № 11, 2009. – с. 46-50.
25. Буяк Л.М. Модель динаміки іпотечної кризи [Текст] / 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.
26. Буяк Л. М. Моделювання тіньової економічної діяльності в Україні / Л. М. Буяк, І. С. Вінничук // Науковий вісник Чернівецького національного 15 університету: Збірник наук. праць. – Чернівці : ЧНУ. – 2009. – Вип. 456. Економіка. – С. 130-138.
27. Буяк Л.М. Моделювання впливу ринку землі на загальну економічну динаміку // Молодий вчений. – Херсон: «ВД «Гельветика», 2016. – №3. – С. 30-35.
28. 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.

29. Буяк Л.М. Україна між Сходом і Заходом: математичні моделі сучасної економіки [Текст]: монографія / Буяк Л. М., Паучок В. К. – Тернопіль: Грегiт, 2012. – 197 с.
30. 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.
31. 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.
32. Вебер М. Основные понятия стратификации / М. Вебер // Социол. исслед. – 1994. – № 5. – С. 147-156.
33. Вінничук І. С. Аналіз проєкцій фазових траєкторій розв'язків моделі взаємодії тіньової та легальної економік / І. С. Вінничук // Науковий вісник Чернівецького національного університету: Збірник наук. праць. – Чернівці: ЧНУ. – 2015. – Вип. 730-731. Економіка. – С. 187-192.
34. Вегера С.А. Поведінкова економіка – особлива галузь економічної теорії / С.А. Вегера // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – №2(32). – С. 4-16.
35. Волович В. І. Проблеми дослідження нової соціальної стратифікації у суспільстві / В. І. Волович, Н. Б. Погоріла // Вісник Київського університету. Серія: Соціологія, психологія, педагогіка. Вип.1. – К.: 1995. – С. 39-50.
36. Гандер В. Решение задач в научных вычислениях с применением Maple и MATLAB / В. Гандер, И. Гржебичек. – Минск : Издательство «Вассамедиа», 2005. – 520 с.
37. Герасимчук З. В. Регіональна політика сталого розвитку: методологія формування, механізми реалізації: [монографія] / З. В. Герасимчук – Луцьк: Надстир'я, 2001. – 495 с.
38. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності:

монографія /О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 169 с.

39. Глушков В. М. Моделирование развивающихся систем / В. М. Глушков, В. В. Иванов, В. М. Яненко. – М.: Наука, 1983. – 349 с.

40. Гнатів Б.В. Математичне моделювання економічних процесів методами нерівноважної статистичної механіки / Б.В. Гнатів, Р.М. Токарчук, П.П. Костробій, М.В. Токарчук // Вісник національного університету «Львівська політехніка». Фізико-математичні науки. Вип.696 № 696, (2011) с. 93–100.

41. Гончарова С. Ю. Соціальна політика / С. Ю. Гончарова, І. П. Отенко. – Харків, 2003, Сучасні теорії соціально-класової структури суспільства, с. 5-8.

42. Гринин Л. Е. Периодизация истории: теоретико-математический анализ / Л. Е. Гринин // История и математика: Проблемы периодизации исторических макропроцессов /Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков. – М.: КомКнига, 2006. – С. 53-79.

43. Ерохин С.А. Синергетическая парадигма современной экономической теории [Электронный ресурс] / С.А. Ерохин // Актуальні проблеми економіки. – 2001. – №1-2. – С. 4-17.

44. Горстко А. Б. Модели управления эколого-экологическими системами / А. Б. Горстко, Ю. А. Домбровский, Ф. А. Сурков. – М., 1984. – 120 с.

45. Григоркив В. С. Моделирование многосекторной эколого-экономической системы / В. С. Григоркив // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – №3. – С. 147-157.

46. Григорків В. С. Односекторна динамічна модель економіки з урахуванням утилізації забруднювачів та економічної структуризації суспільства / В. С. Григорків, М. В. Григорків // Збірник наукових праць. Економічні науки. – Чернівці: Книги – XXI, 2010. – С. 402-409.

47. Григорків В. С. Про структурний підхід в економіко-математичному моделюванні виробничих та еколого-економічних функції оптимальних випусків і затрат / В. С. Григорків, Л. М. Буяк // Науковий вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. – 2002. – Вип. 2, ч. 2. – С. 178-183.

48. Григорків В. С. Найпростіші моделі економіки у випадку функціонування тіньового сектора / В. С. Григорків, І. С. Вінничук // Наукові записки. Серія «Економіка» : збірник наукових праць. – Острог : Видавництво Національного університету «Острозька академія». – 2012. – Випуск 20. – С. 282-286.

49. Григорків М. В. Двосекторна модель еколого-економічної динаміки в умовах економічної кластеризації суспільства / М. В. Григорків // Фінансова система України. Збірник наукових праць. – Острог: Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2011. – Випуск 16. – С. 585-591.

50. Григорків В. С. Динамічна модель економіки з урахуванням трансакційних витрат на ринку землі / В. С. Григорків, С. В. Іщенко // Науковий вісник Чернівецького національного університету: Збірник наукових праць. Вип. 650-652. Економіка. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т., 2013. – С. 308-315.

51. Григорків В. С. Моделювання економіки: навчальний посібник / В. С. Григорків. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 320 с.

52. Григорків В. С. Проблематика становлення ринку землі в Україні / В. С. Григорків, С. В. Іщенко // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці: матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції / Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : ДрукАрт, 2013. – С. 87-88.

53. Григоркив В. С. Моделирование экономики с учетом становления рынка земли сельскохозяйственного назначения. Часть 1 / В. С. Григоркив, С. В. Ищенко, М. В. Григоркив // Проблемы управления и информатики [Текст]: Междунар. науч.-техн. журн. / НАНУ, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова; ред. В. Кунцевич, 2014. – № 3. – С. 128-137.

54. Григоркив В. С. Агрегированная модель оптимизации экономики с эколого-экономическим критерием //Кибернетика и системный анализ. – 1999, № 4. – С. 124-133.
55. Григоркив В. С., Буяк Л. М., Паучок В. К. Моделирование взаимодействия легальной и теневой экономик на макроуровне. // КиСА, – 2007, – № 3.
56. Григорків В. С. Моделювання економічної динаміки з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення [Монографія]/ В. С. Григорків, Л. М. Буяк, С. В. Іщенко. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2015. – 264 с.
57. Григорків М. Моделювання залежних від фінансової спроможності функцій економічної поведінки / М. Григорків // Галицький економічний вісник. – 2012. – № 2 (35). – С. 114-123.
58. Григорків М. В. Моделювання еколого-економічної взаємодії у просторі показників економічної структури суспільства, цін і забруднення довкілля / М. В. Григорків // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка». Випуск 3 (40). – Ужгород, 2013. – С. 111-115
59. Григорків М. В. Моделювання динаміки економічних систем з урахуванням процесів еколого-економічної взаємодії: дис. канд. економ. наук: 08.00.11 / Григорків Марія Василівна. – Чернівці, 2014. – 234 с.
60. Гринів Л.С. Національна економіка: навч. посібн. / Л.С. Гринів, М.В. Кічурчак. – Львів : Вид-во «Магнолія-2006». – 2009. – 464 с.
61. Довкілля Тернопільщини за 2011 рік : Статистичний збірник / [Відп. за вип. В. І. Савчук]. – Тернопіль : Головне управління статистики у Тернопільській області. – 2012. – 139 с.
62. Дашкевич Я. Україна на межі між Сходом і Заходом (XIV-XVII ст.) / Я. Дашкевич // Записки Наукового Товариства ім. Т. Шевченка. – Л., 1991. - Т. ССХХІІ. – С. 28-44.
63. Дружинин В. В. Проблемы системологии (проблемы теории сложных систем) /В. В. Дружинин, Д. С. Конторов. – М.: Сов. радио, 1976. – 296 с.

64. Іващенко О. Про анатомію економічної нерівності в сучасній Україні: соціологічні дослідження / О. Іващенко // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. – 2010. – № 4. – С. 29–55.
65. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. – М.: Эдиториал УРСС, 2000.
66. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур. – М.: Мир, 1979.
67. Эрроу К. Дж. Возможности и пределы рынка как механизма распределения ресурсов / К. Дж. Эрроу // THESIS. – 1993. – № 2. – С. 53–68.
68. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. – М.: Мир, 1999.
69. Земельні відносини в Україні: зб. інформ.-аналіт. матеріалів (1991–2010 рр.) / В. П. Горбулін, Л. Д. Греков, А. Д. Юрченко та ін., за заг. ред. В. П. Горбуліна. – Вид. 2-ге, переробл. і допов. – К.: Істина, 2010. – с. 34–43.
70. Иваницкий Г. Р. Ритмы развивающихся сложных систем / Г. Р. Иваницкий. — М.: Знание, 1988. – 48 с.
71. Капица С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. - М.: Наука, 1997.
72. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего.- М.: Наука, 1997.
73. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы: пер. с англ. / Дж. Касти - М.: Мир, 1982. – 216 с.
74. Катаев С. Л. Сучасне українське суспільство [Текст] : Навч. посібник для вузів / С. Л. Катаев. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 200 с.
75. Дж. Касти – Большие системы. Связность, сложность, катастрофы М., Мир, 1982.
76. Китова Г.А., Кузнецова Т.Е. Агрегированная экономическая модель развития США // Экономика и математические методы. – 1983. – Т. XIX. – Вып. 5. – С. 814–829.

77. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизация сложных систем. М.: КомКнига, 2005.
78. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика и принципы коэволюции сложных систем // <http://spkurdyumov.narod.ru>
79. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Антропный метод и синергетика // Вопросы философии. - 1997. – № 3. – С.48-61.
80. Князева Е.Н., С.П. Курдюмов. Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры. СПб.: Алетейя, 2002.
81. Коваліско Н. В. Динамічні аспекти соціальної стратифікації: специфіка соціальної мобільності / Н. В. Коваліско // Український соціум. – 2007. – № 18. – С. 7–15.
82. Коваліско Н. В. Основи соціальної стратифікації: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Н. В. Коваліско. – Львів: «Магнолія 2006», 2007. – 328 с.
83. Ковалев В.И., Коссе Ю.В., Малков А.С., Малков С.Ю. Российские модернизации последнего столетия в свете математического моделирования // Техничко-економическая динамика России: техника, экономика, промышленная политика. М.: ГЕО-Планета, 2000, с.215-238.
84. Козлов А.А. Инновационный подход к прогнозированию и управлению развитием социально-экономических систем в рыночной экономике // Право. Экономика. Маркетинг. 2001. № 3. С.24
85. Коллонтай В. На стыке естественных и общественных наук: вклад И. Пригожина / В. Коллонтай // МЭ и МО. – 1998. – №4. – С. 136-142.
86. Кон М. Соціальна структура і особистість за умов радикальних соціальних змін : порівняльний аналіз Польщі й України / Кон М., Хмелько В., Заборовський В., Паніотто В. і ін. // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. – 1998. – № 1-2. – С. 121-137; № 3. – С. 56-74.
87. Коротаев А. В. Периодизация истории Мир-Системы и математические макромоделли социально-исторических процессов / А. В. Коротаев // История и математика: Проблемы периодизации исторических макропроцессов / Отв. ред.

- Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков. - М.: КомКнига, 2006. - С. 116-167.
88. Коротаев А. В. Компактная математическая макро модель технико-экономического и демографического развития Мир-Системы (1—1973 гг.) / А. В. Коротаев, А. С. Малков, Д. А. Халтурина // История и синергетика: Математическое моделирование социальной динамики. - М.: УРСС, 2005. - С. 6-48.
89. Костюк В.Н. Теория эволюции и социально-экономические процессы. М.: Эдиториал, 2001. 176 с.
90. Курганевич А., Матвійчук Я. Регуляризація задачі ідентифікації макромоделей нелінійних динамічних систем методом редукції апроксимаційного базису. // Теоретична електротехніка. Збірник наукових праць Львівського національного університету ім. І.Франка. / Вип. 55. Львів. – 2000. – С.31-36.
91. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика - теория самоорганизации. Идеи, методы, перспективы. М., 1983.
92. Курдюмов С.П., Князева Е.Н. Квантовые правила нелинейного синтеза коэволюционирующих структур // Философия, наука, цивилизация. Москва: Эдиториал Урсс, 1999. С.222-230.
93. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч.1. – М.: Наука, 1976.
94. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. - М.: Изограф, 1997.
95. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. - М.: Наука, 1990.
96. Маевский В., Чернавский Д. О реальном поведении реального потребителя / В. Маевский, Д. Чернавский // Вопросы экономики. – 2007. – №3. – С. 71-85.
97. Маевский В. И. Введение в эволюционную макроэкономику / Владимир Иванович Маевский. - М.: Изд-во "Япония сегодня", 1997. - 106с.

98. Макеев С. Классовый анализ в современной социологии / С. Макеев // Соціологія : теорія, методи, маркетинг. – 2001. – № 3. – С. 5-17.
99. Макконнел К.Р., Брю С.Л. Экономикс: Принципы, проблемы и политика / К.Р. Макконнел, С.Л. Брю ; Пер. с 13-го англ. изд. – М.:ИНФРА-М, 1999. – XXXIV – 974с.
100. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. - М.: Эдиториал УРСС, 2000.
101. Малинецкий Г.Г. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. - М.: Наука, 1997.
102. Малков С. Ю. Фазы исторического процесса и социальная самоорганизация // История и математика: Проблемы периодизации исторических макропроцессов / С. Ю. Малков /Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаяев, С. Ю. Малков. – М.: КомКнига, 2006. – С. 80-115.
103. Малков С.Ю. Применение методов синергетики к анализу социальных систем // Стратегическая стабильность, 1997, №1, с.51.
104. Малков С.Ю., Ковалев В.И., Лобов С.С. Логико-математическое моделирование социально-экономических систем. Методический аспект // Стратегическая стабильность, 2002, №3, с.27-44.
105. Малков С.Ю., Сергеев А.В. Математическое моделирование социально-экономической устойчивости развивающегося общества // Стратегическая стабильность, 2002, №4, с.54-61.
106. Малков С.Ю. Математическое моделирование исторических процессов // Новое в синергетике. Взгляд в третье тысячелетие / Под ред. Г.Г.Малинецкого, С.П.Курдюмова. - М.: Наука, 2002; Малков С.Ю., Ковалев В.И., Малков А.С. История человечества и стабильность (опыт математического моделирования) // Стратегическая стабильность, 2000, №3, с.52-66.
107. Малков С.Ю., Коссе Ю.В. Моделирование экономического взаимодействия государств // Стратегическая стабильность, 2003, №4, с.62-65.
108. Марюта А. Н. Экономико-математические модели производств и

управление их запасами: монография / А. Н. Марюта, Н. И. Редина, Ю. А. Долгоруков. – Днепропетровск: ДДФА, 2005. – 268 с.

109. Малков С.Ю. Использование методов исследования устойчивости сложных систем для анализа условий стабильного развития стран европейского региона // Стратегическая стабильность, 1998, №2, с.81-92.

110. Матвійчук Я. М. Математичне макромодельовання динамічних систем: теорія та практика / Я. М. Матвійчук. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2000. – 215 с.

111. Матвійчук Я. М. Регуляризована ідентифікація динамічних прогностичних макромоделей / Я. М. Матвійчук, В. К. Паучок // Теоретична електротехніка. – 2003. – Вип. 57. – С. 13-18.

112. Матвійчук Я. Прогностичне моделювання економічних процесів / Я. Матвійчук, В. Паучок // Вісник Тернопільської академії народного господарства. – 2001. – Вип. 17. – С. 34-39.

113. Мікроекономіка: [Підручник] / [За ред. В.Д. Базилевича]. – К.: Знання, 2007. – 677с. – (Класичний університетський підручник).

114. Мікроекономіка і макроекономіка: Підручник у двох частинах / [С.М. Будаговська, О.І. Кілієвич, Т.М. Пахомова та ін.] ; заг. Ред. С. Будаговської. – [Вид. 3-тє.] – К.: Вид-во Соломії Павличко “Основи”, 2003. – С.44-52.

115. Михалевич М. В. Моделювання перехідної економіки : моделі, методи, інформаційні технології / М. В. Михалевич, І. В. Сергієнко. – К.: Наук. думка, 2005. – 670 с.

116. Меньшиков С. М. От жизненного цикла к длинным волнам и катастрофам /С. М. Меньшиков, Л. А. Клименко // Системное моделирование: Модели и методы: Сб.трудов. – М.: ВНИИ Системных исследований, 1988. - Вып. 20. - С. 54-69.

117. Мэнкью Н. Г. Принципы экономики / Н.Г. Мэнкью. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 784с.

118. Моделирование развивающихся систем. Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. – М.: Наука, 1983. – 450 с.
119. Мочерний С., Устенко О. Людина та закони її розвитку / С. Мочерний, О. Устенко // Економіка України. – 2004. – №9. – С. 14-22.
120. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. - М.: Мир, 1979.
121. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990.
122. Неклесса А. Управляемый хаос: движение к нестандартной системе мировых отношений / А. Неклесса // Мировая экономика и международные отношения. – 2002. – №9. – С. 103-112.
123. Нельсон Р.Р., Уинтер С.Дж. Еволюційна теорія економічних вимірів. М.: Наукова книга, 1997.
124. Нельсон Р. Р., Уинтер С. Дж. Эволюционная теория экономических изменений / Р.Р. Нельсон, С. Дж. Уинтер.; Пер. с англ. – М.: Дело, 2002. – 536с.
125. Паучок В. К. Параметризація математичних моделей еколого-економічних систем у просторі показників економічної структури суспільства, цін та забруднення довкілля / В. К. Паучок, Л. М. Буяк, М. В. Григорків // Інноваційна економіка, № 7 (45), 2013. – С. 329-334.
126. Паучок В.К. Библиотека классов для решения жестких обыкновенных дифференциальных уравнений // *Argc&Argv*. – 2005, № 1. - С.10-14.
127. Панарин А.С. Политология. О мире политики на Востоке и на Западе. - М.: Университет, 1999.
128. Петров А.А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1996.
129. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. – М.: Логос, 2001.

130. Пономаренко О.І. Основи математичної економіки /О.І. Пономаренко, М.О. Перестюк, В.М. Бурим. – К.: Інформтехніка, 1995. – 320 с.
131. Потемкин В. Г. Вычисления в среде MATLAB / В. Г. Потемкин. – М.: Диалого-МИФИ, 2004. – 720 с.
132. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М., "Прогресс", 1986, стр. 208.
133. Пу Т. Нелинейная экономическая динамика. – Ижевск, 2000.
134. Самарский А. А. Численные методы: [Учеб. пособие для вузов] / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
135. Самарский А.А., В.А. Галактионов, С.П. Курдюмов, А.П. Михайлов. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987.
136. Сергеева Л. Н. Методы моделирования рыночного взаимодействия / Л. Н. Сергеева // Экономическая кибернетика: Международный научный журнал. – 2001. – № 5–6. – С.36 – 39.
137. Сергеева Л. Н. Моделирование поведения экономических систем методами нелинейной динамики (теории хаоса) / Л. Н. Сергеева. – Запорожье : ЗГУ, 2002. – 227 с.
138. Симончук О. Класова дія: тенденції формування соціальних класів в Україні / О. Симончук // Соціологія : теорія, методи, маркетинг. – 2011. – № 4. – С. 50–96.
139. Сорос Дж. Сорос о Соросе. Опережая перемены. - М.: ИНФРА, 1996.
140. Статистичний щорічник Тернопільської області за 2012 рік / За ред. В. Г. Кирича. – Тернопіль : Головне управління статистики у Тернопільській області. – 2013. – 439 с.
141. Суриков В.В. О термине «синергетика» // Синергетика. Труды семинара. Т.3. -М.: МГУ, 2000. - С.272-275.

142. Сухарев О. Концепция экономической дисфункции и эволюции фирмы / О. Сухарев // Вопросы экономики. – 2003. – №10. – С. 70-81.
143. Теория прогнозирования и принятия решений. Учеб. пособие. Под ред. С.А. Саркисяна. М.: «Высш. школа», – 1977. – 351 с. – С. 92-94.
144. Технология моделирования экономики и модель экономики современной России / [М. Ю. Андреев, И. Г. Поспелов, И. И. Поспелова, М. А. Хохлов]. – М. : МИФИ, 2007. – 262 с.
145. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – М.: Радио и связь, 1982. – 624 с.
146. Тошков Д. Транспонирование социальной политики Евросоюза в новых государствах – членах ЕС / Д. Тошков // Журнал исследований социальной политики. – 2011, т. 8, №3. – С. 295 – 318.
147. Трансформація моделі економіки України / [За ред. акад. НАН України В. М. Геєця]. – Київ : Логос, 1999. – 498 с.
148. Хакен Г. Інформація та самоорганізація. М.: Світ, 1991. - С.46-48
149. Хакен Г. Синергетика. - М.: Мир, 1980. – 404 с.
150. Чернавский Д. С. О проблемах физической экономики (Обзоры актуальных проблем) / Д. С. Чернавский, Н. И. Старков, А. В. Щербаков // УФН. – 2002. – Том 172, № 9. – С. 1045-1066.
151. Чернавский Д. С. О эконофизике и ее месте в современной теоретической экономике / Д. С. Чернавский, Н. И. Старков, С. Ю. Малков, Ю. В. Косе, А. В. Щербаков // УФН. – 2011. – Т. 181. – № 7. – С. 767-773.
152. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. Базовая динамическая модель экономики России (Инструмент поддержки принятия решений) // Препринт ФИАН № 1, 2001 г.
153. Чернавский Д. С, Пирогов Г.Г. и др. Динамика экономической структуры общества (математическая модель) // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика, 1996, т.4, №3, с.67.
154. Чернавский Д. С, Попков А.С., Рахимов А.Х. Математическая модель экономической структуры общества // Экономика и математические

методы, 1993, т.30, вып.2.

155. Чистілін Д. Про хвильову природу економічних циклів / Д. Чистілін // Економіка країни. – 2006. – №5. – С. 38-46.

156. Чухно А.А. Твори: У 3 т. / А. А. Чухно. – К. НАН України, Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Наук.-дослід. фін. ін-т при М-ві фін. України, 2006. – Т. 3: Ставлення еволюційної парадигми економічної теорії. – 2007. – 712 с.

157. Шумпетер Й. Теория экономического развития. - М.: Прогресс, 1982.

158. Юхновський І. Р. Базові принципи вдосконалення українського суспільства. Закономірності буття у контексті стаціонарної термодинаміки / І. Р. Юхновський // Вісник НАН України. – 2006. – №1. – С. 3-13.

159. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society. - New York, 1973.

160. Biraben J.N. Essai sur l'evolution du nombre des homme // Population, 1979, №1.

161. Brock W. Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence / W. Brock, D. A. Shieh, B. D. LeBaron. – Cambridge: The MIT Press, Massachussets, 1991.

162. Brock W., Hsieh D.A. and LeBaron B.D. Nonlinear Dynamics, Chaos, and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence. The MIT Press, Cambridge, Massachussets, 1991.

163. 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.

164. 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.

165. Giddens A. Agency, Institution and Time-Space Analysis: Toward an Integration of Micro- and Macrosociologies / Ed. K. Knorr-Cetina and A. V. Cicourel. – Lnd.: Routledge & Kegan Paul, 1981. – P. 168-171.
166. Grygorkiv V. S. Singlesectoral models of ecological-economic systems: qualitative analysis and results of computational experiments / V. S. Grygorkiv, L. M. Buyak, M. V. Grygorkiv // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці: матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції / Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, (Чернівці, 14-17 травня 2013 р.). – Чернівці: ДрукАрт, 2013. – С. 81-84.
167. Foerster, H. von, P. Mora and Amiot L. “Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026.”// Science 132: 1291-5, 1960.
168. Kremer M. Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990 / M. Kremer. – The Quarterly Journal of Economics. – №108. – P. 681 – 716.
169. Mathur A. Socio-ecological issues eco-economic and sustainability status / A. Mathur, D. K. Vyas // Journal of ecology and environmental sciences. – 2013. – V. 4(1). – P. 87-90.
170. Medio A. Chaotic Dynamics. Theory and applications to economics. Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
171. Social Structures. A Network Approach / Ed. B. Wellman, S. D. Berkowitz. – N. Y.: Cambridge University Press, 1988. – P.19 – 61.
172. Tinberg T. Controlling Pollution by Price and Standard System / T. Tinberg // Swedich Journal Econ. – 1973. – V. 75(2). – P. 40-52.
173. Vaga T. Profiting from Chaos. Using Chaos Theory for Market Timing, Stock Selection, and Option Valuation. McGraw-Hill, New York, 1994.
174. Wei-Bin Zhang, Synergetic Economics, 1991.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ РИНКУ ЗЕМЛІ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

А1. ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ (4.1.1)-(4.1.17)

№ з.п.	Параметр	Імітаційне значення	Мінімальне значення	Максимальне значення
1	2	3	4	5
1.	m_1	0.040	0.010	0.140
2.	m_2	0.040	0.010	0.140
3.	m_3	0.050	0.020	0.150
4.	m_4	0.030	0.010	0.130
5.	m_5	0.040	0.020	0.140
6.	m_6	0.100	0.050	0.200
7.	m_7	0.140	0.050	0.240
8.	m_8	0.020	0.010	0.120
9.	m_9	0.160	0.080	0.260
10.	m_{10}	0.110	0.070	0.210
11.	m_{11}	0.050	0.020	0.150
12.	m_{12}	0.050	0.020	0.150
13.	m_{13}	0.020	0.010	0.120
14.	m_{14}	0.020	0.010	0.120
15.	m_{15}	0.070	0.030	0.170
16.	m_{16}	0.010	0.0	0.110
17.	m_{17}	0.050	0.010	0.150
18.	α_1	0.792	0.700	0.900
19.	α_2	0.196	0.200	0.300
20.	α_3	0.063	0.010	0.150
21.	α_4	0.020	0.010	0.120
22.	α_5	0.500	0.020	0.600
23.	α_6	0.900	0.070	0.950
24.	α_7	0.050	0.010	0.150
25.	α_8	0.030	0.010	0.130
26.	α_9	0.700	0.300	0.800
27.	α_{10}	0.300	0.100	0.400
28.	α_{11}	0.500	0.300	0.700
29.	α_{12}	0.700	0.300	0.800
30.	α_{13}	0.091	0.050	0.200
31.	α_{14}	0.080	0.020	0.180
32.	α_{15}	0.700	0.400	0.800
33.	α_{16}	0.150	0.050	0.250
34.	α_{17}	0.500	0.200	0.600
35.	β_1	0.168	0.070	0.270
36.	β_2	0.392	0.100	0.500

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
37	β_3	0.250	0.100	0.300
38	β_4	0.100	0.050	0.200
39	β_5	0.500	0.200	0.600
40	β_6	0.100	0.050	0.300
41	β_7	0.200	0.100	0.400
42	β_8	0.150	0.050	0.350
43	β_9	0.300	0.150	0.400
44	β_{10}	0.700	0.500	0.800
45	β_{11}	0.500	0.300	0.800
46	β_{12}	0.300	0.200	0.500
47	β_{13}	0.273	0.100	0.500
48	β_{14}	0.120	0.050	0.220
49	β_{15}	0.300	0.100	0.500
50	β_{16}	0.150	0.050	0.350
51	β_{17}	0.500	0.200	0.700
52	γ_2	0.196	0.100	0.400
53	γ_3	0.250	0.100	0.400
54	γ_4	0.580	0.280	0.780
55	γ_7	0.750	0.450	0.900
56	γ_8	0.820	0.420	0.920
57	γ_{13}	0.636	0.400	0.900
58	γ_{14}	0.800	0.400	0.900
59	γ_{16}	0.700	0.400	0.900
60	μ_1	0.010	0.0	1.0
61	μ_2	0.020	0.010	0.100
62	μ_3	0.063	0.010	0.250
63	μ_4	0.100	0.050	0.200
64	δ_1	0.020	0.010	0.120
65	δ_2	0.196	0.100	1.300
66	δ_3	0.375	0.200	1.400
67	δ_4	0.200	0.100	1.400
68	k_0	0.150	0.020	0.250
69	k_1	0.150	0.020	0.250
70	k_2	0.150	0.020	0.250
71	s_1	21000.0	17750.0	23750.0
72	s_5	72800.0	45500.0	91000.0
73	s_6	63000.0	42000.0	105000.0
74	s_9	77700.0	55500.0	129500.0
75	s_{10}	124700.0	87000.0	174000.0
76	s_{11}	148500.0	121500.0	189000.0

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
77	s_{12}	74800.0	55000.0	99000.0
78	s_{15}	50000.0	42500.0	65000.0
79	s_{17}	62500.0	50000.0	75000.0
80	$y_1(t_0)$	3000.0	2000.0	5000.0
81	$y_2(t_0)$	5000.0	3000.0	7000.0
82	$y_3(t_0)$	9000.0	7000.0	11000.0
83	$y_4(t_0)$	14400.0	10400.0	19400.0
84	$y_5(t_0)$	4500.0	2500.0	9500.0
85	$y_6(t_0)$	2400.0	1400.0	4400.0
86	$y_7(t_0)$	9500.0	7500.0	13500.0
87	$y_8(t_0)$	45000.0	10000.0	19000.0
88	$y_9(t_0)$	4500.0	2500.0	6500.0
89	$y_{10}(t_0)$	8000.0	6000.0	10000.0
90	$y_{11}(t_0)$	8500.0	5500.0	10500.0
91	$y_{12}(t_0)$	4500.0	2500.0	7500.0
92	$y_{13}(t_0)$	9500.0	6500.0	10500.0
93	$y_{14}(t_0)$	25000.0	15000.0	30000.0
94	$y_{15}(t_0)$	4500.0	2500.0	9500.0
95	$y_{16}(t_0)$	6500.0	3500.0	9500.0
96	$y_{17}(t_0)$	3500.0	1500.0	7500.0
97	$v_1(t_0)$	3.0	1.0	7.0
98	$v_2(t_0)$	4.0	2.0	9.0
99	$v_3(t_0)$	20.0	10.0	30.0
100	$v_4(t_0)$	50.0	40.0	90.0
101	$p_a(t_0)$	12.0	6.0	32.0
102	$p_b(t_0)$	23.0	12.0	43.0
103	$p_v(t_0)$	210.0	110.0	410.0
104	$p_\delta(t_0)$	110.0	80.0	210.0
105	w_1	0.020	0.010	0.030
106	w_2	0.020	0.010	0.030
107	w_3	0.020	0.010	0.030
108	w_4	0.020	0.010	0.030
109	w_a	0.020	0.010	0.030
110	w_b	0.020	0.010	0.030
111	w_v	0.020	0.010	0.030
112	w_r	0.200	0.100	0.300
113	w_δ	0.020	0.010	0.030
114	λ_2	0.150	0.050	0.250
115	λ_3	0.150	0.050	0.250
116	λ_4	0.150	0.050	0.250

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
117	λ_7	0.150	0.050	0.250
118	λ_8	0.150	0.050	0.250
119	λ_{13}	0.150	0.050	0.250
120	λ_{14}	0.150	0.050	0.250
121	λ_{16}	0.150	0.050	0.250
122	ξ_1	0.200	0.100	0.500
123	ξ_2	0.250	0.050	0.550
124	ξ_3	0.220	0.052	0.520
125	ξ_4	0.220	0.052	0.520
126	V	2000.0	1000.0	3000.0
127	R	0.080	0.050	0.250

А2. СПЕЦИФІКАЦІЇ ТА ГРАФІКИ ФУНКЦІЙ, ЩО Є СКЛАДОВИМИ УЗАГАЛЬНЕНОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ РИНКУ ЗЕМЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ СТАТИСТИЧНОЇ ЗВІТНОСТІ

Функція попиту на сільськогосподарську продукцію:

$$Q_a(r) = Q_a^1 \left(\frac{r}{r + r_a^1} + \varepsilon_a^1 r \right) + Q_a^2 \left(\frac{r - r_{\min a}}{(r - r_{\min a}) + r_a^2} + \varepsilon_a^2 (r - r_{\min a}) \right).$$

Параметри $r = \frac{\alpha y}{p_a}$, $\varepsilon_a^1 = 0,0001$, $\varepsilon_a^2 = 0,0003$, $Q_a^1 = 400$, $r_a^1 = 40$, $Q_a^2 = 2000$, $r_a^2 = 100$,

$r_{\min a} = 40$.

Функція попиту на промислову продукцію:

$$Q_b(r) = Q_b^1 \left(\frac{r}{r + r_b^1} + \varepsilon_b^1 r \right) + Q_b^2 \left(\frac{r - r_{\min b}}{(r - r_{\min b}) + r_b^2} + \varepsilon_b^2 (r - r_{\min b}) \right).$$

Параметри $r = \frac{\beta y}{p_b}$, $\varepsilon_b^1 = 0,0001$, $\varepsilon_b^2 = 0,0003$, $Q_b^1 = 200$, $r_b^1 = 25$, $Q_b^2 = 2500$, $r_b^2 = 200$,

$r_{\min b} = 80$.

Функція попиту на земельні ділянки сільськогосподарського призначення:

$$Q_v(r) = Q_{v1} (1 + th(r - v_{\min 1})) + Q_{v2} (1 + th(r - v_{\min 2})) + Q_{v3} (1 + th(r - v_{\min 3})) + Q_{ve} r.$$

Параметри: $r = \frac{\mu y}{p_v}$,

$v_{\min 1} = 10$ – попит на малі ділянки;

$v_{\min 2} = 16$ – попит на середні ділянки;

$v_{\min 3} = 36$ – попит на великі ділянки;

$Q_{ve} = 0,005$ – коефіцієнт лінійного збільшення попиту;

$Q_{v1} = 0,1$, $Q_{v2} = 0,3$, $Q_{v3} = 0,9$ – ціновий масштаб.

Функція пропозиції землі на продаж:

$$G_v(r) = r^{v_p}, r^{v_p} > 0.$$

Параметри: $r = \xi \cdot v$, $v_p = -0,5$.

Функція вирощування сільськогосподарської продукції одним підприємством з од. площі:

$$F_a(r) = \begin{cases} r \cdot f_a, & r \cdot f_a < f_{\max}, \\ f_{\max}, & r \cdot f_a > f_{\max}. \end{cases}$$

Параметри: $r = \frac{\gamma y}{v p_a}$,

$f_a = 4,8$ – фондівдача у сільському господарстві,

$f_{\max} = 1900$ – максимальна фондівдача у сільському господарстві.

Функція випуску промислового продукту на одне робоче місце:

$$F_b(r) = \begin{cases} r \cdot f_b, & r \cdot f_b < f_{\max}, \\ f_{\max}, & r \cdot f_b > f_{\max}. \end{cases}$$

Параметри: $r = \frac{n \gamma y}{n^* p_b}$

$f_b = 0,55$ – фондівдача у промисловому виробництві,

$f_{\max} = 60$ – максимальна фондівдача у промисловому виробництві.

А3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ РИНКУ ЗЕМЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

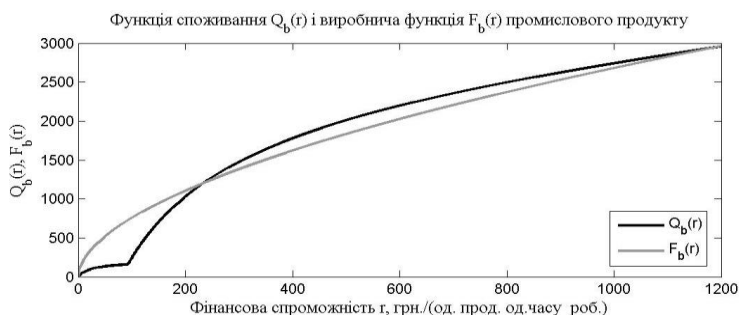


Рис. А.1. Графіки функцій попиту на промисловий продукт $Q_b(r)$ та пропозиції промислового продукту $F_b(r)$



Рис. А.2. Графіки функції пропозиції землі сільськогосподарського призначення $G_v(r)$ та попиту на неї $Q_v(r)$

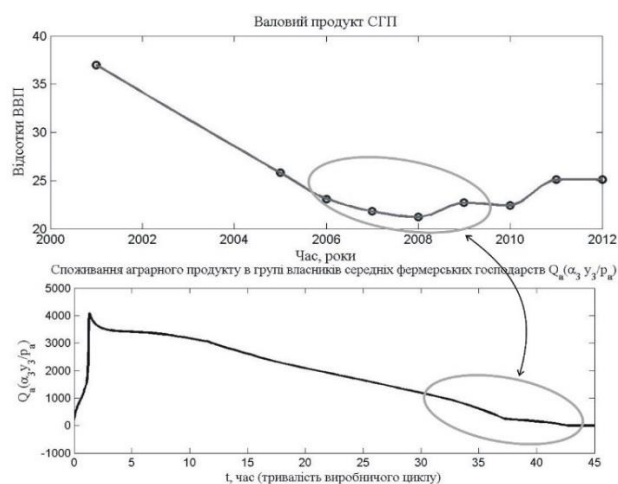


Рис. А.3. Порівняння графіків динаміки валового продукту СГП та модельного значення споживання аграрного продукту власниками середніх фермерських господарств Тернопільської області (овалом позначена ідентична зміна)

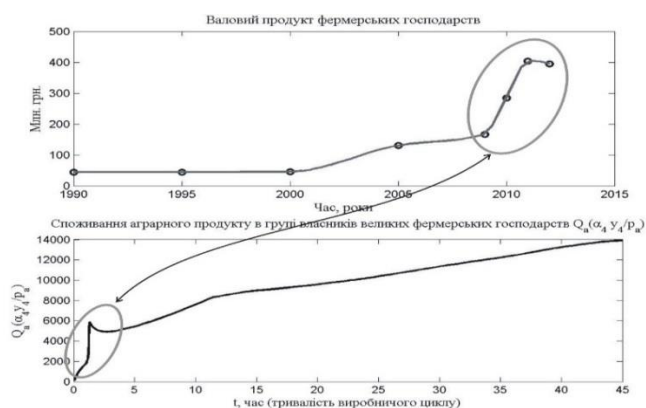


Рис. А.4. Порівняння графіків динаміки продукту фермерських господарств та модельного значення його споживання власниками великих фермерських господарств Тернопільської області (овалом позначена ідентична зміна)

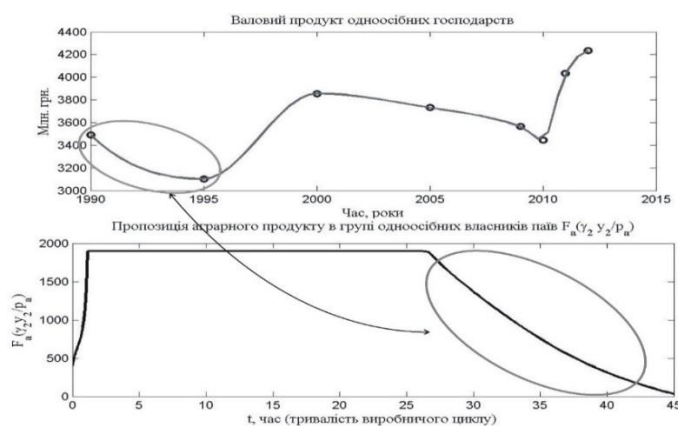


Рис. А.5. Порівняння графіків динаміки продукту одноосібних господарств Тернопільської області та його модельного значення (овалом позначена ідентична зміна)

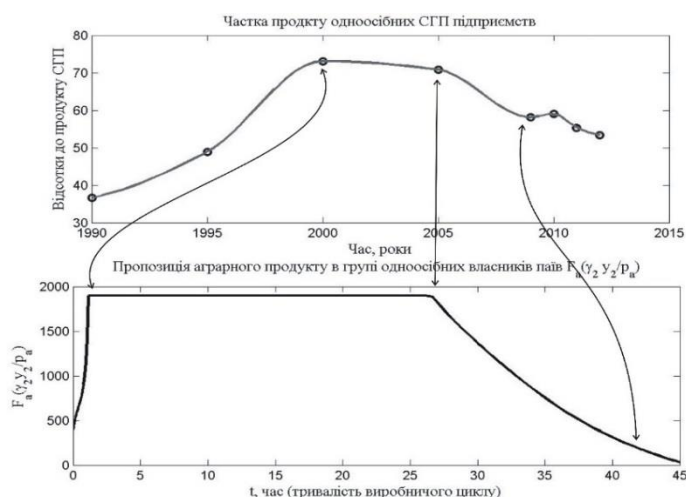


Рис. А.6. Порівняння графіків динаміки частки продукту одноосібних господарств Тернопільської області та модельного значення обсягів його виробництва (стрілками позначені особливі точки)

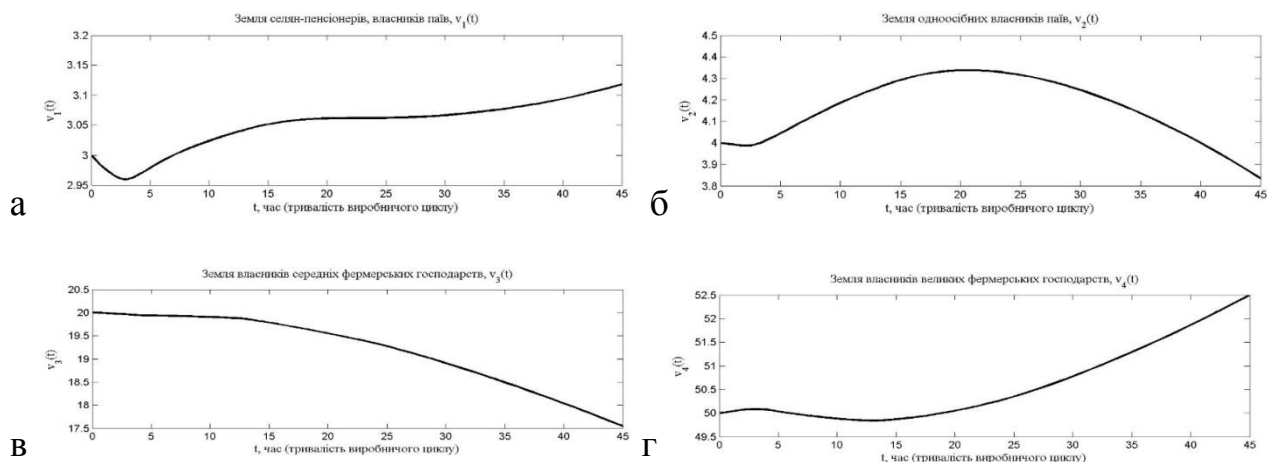


Рис. А.7. Графіки розв'язків $v_1(t)$ (а), $v_2(t)$ (б), $v_3(t)$ (в), $v_4(t)$, які імітують динаміку земельної власності відповідно селян-пенсіонерів, одноосібних власників паїв, середніх і великих фермерських господарств

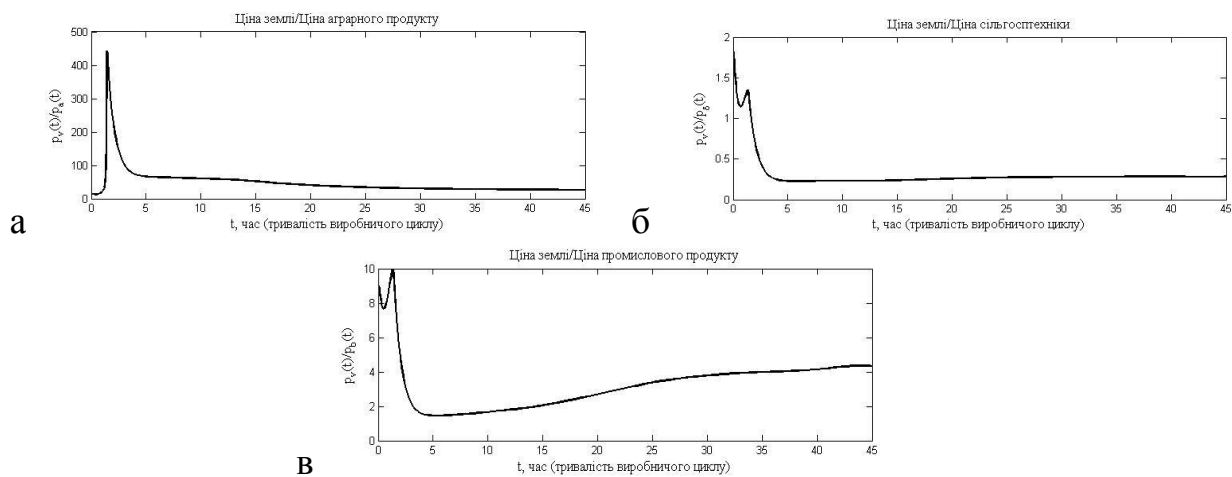


Рис. А.8. Графіки співвідношення ціни землі й ціни аграрного продукту (а), ціни землі й ціни сільгосптехніки (б), ціни землі й ціни промислового продукту (в)

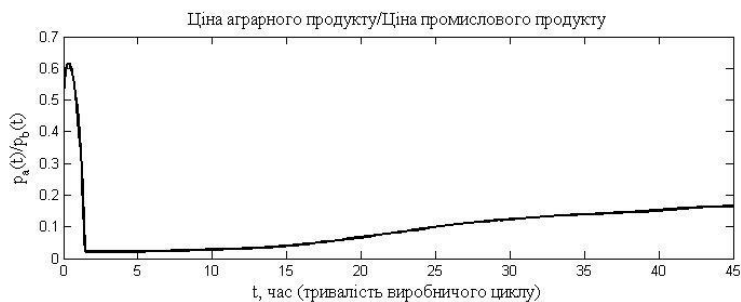


Рис. А.9. Графік співвідношення ціни аграрного продукту й ціни промислового продукту

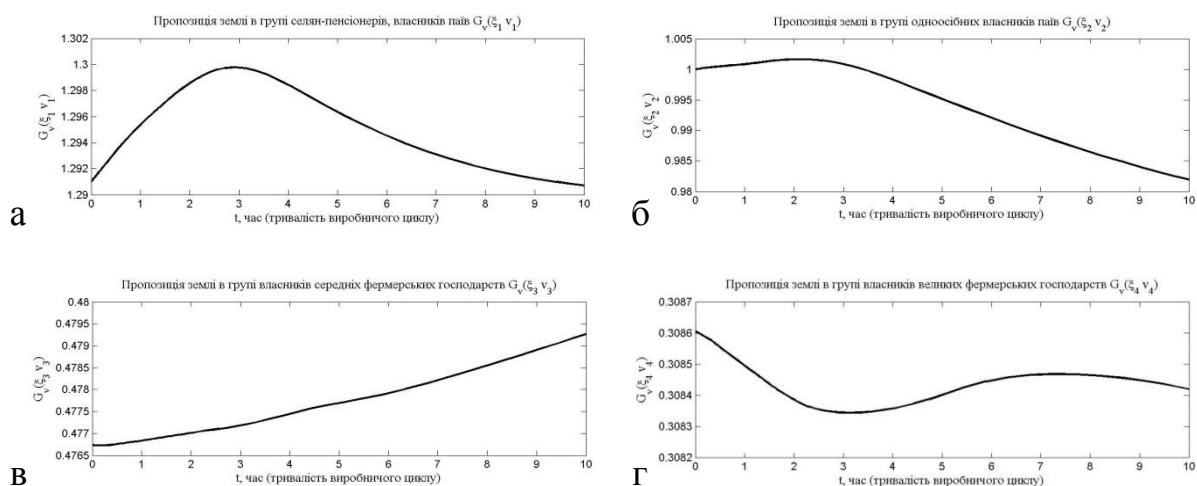


Рис. А.10. Графіки динаміки пропозиції землі в групі пенсіонерів-власників паїв (а), одноосібних власників паїв (б), середніх фермерських господарств (в), великих фермерських господарств (г)

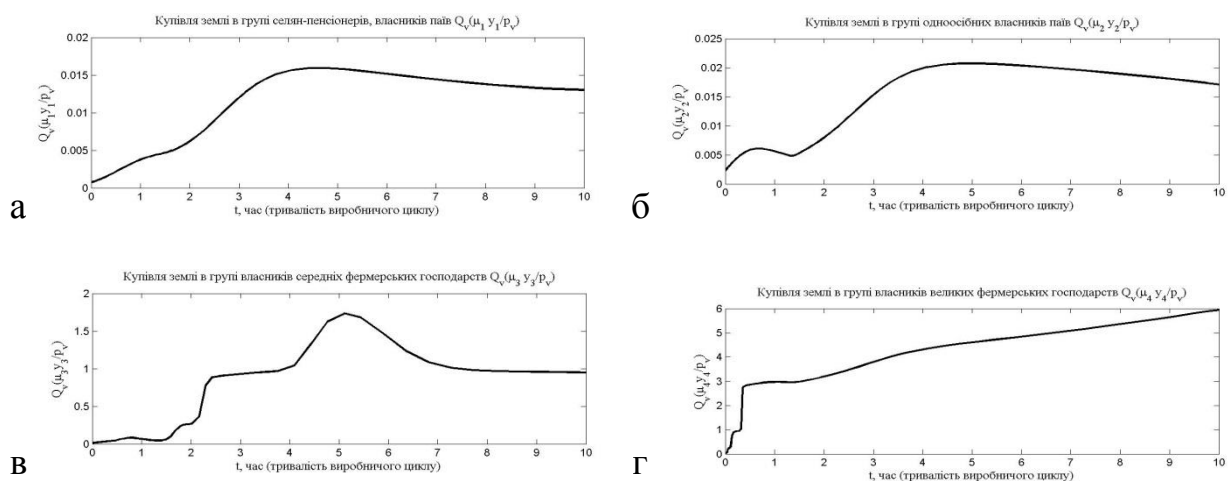


Рис.А.11. Графіки динаміки процесу купівлі землі в групі пенсіонерів-власників паїв (а), одноосібних власників паїв (б), середніх фермерських господарств (в), великих фермерських господарств (г)

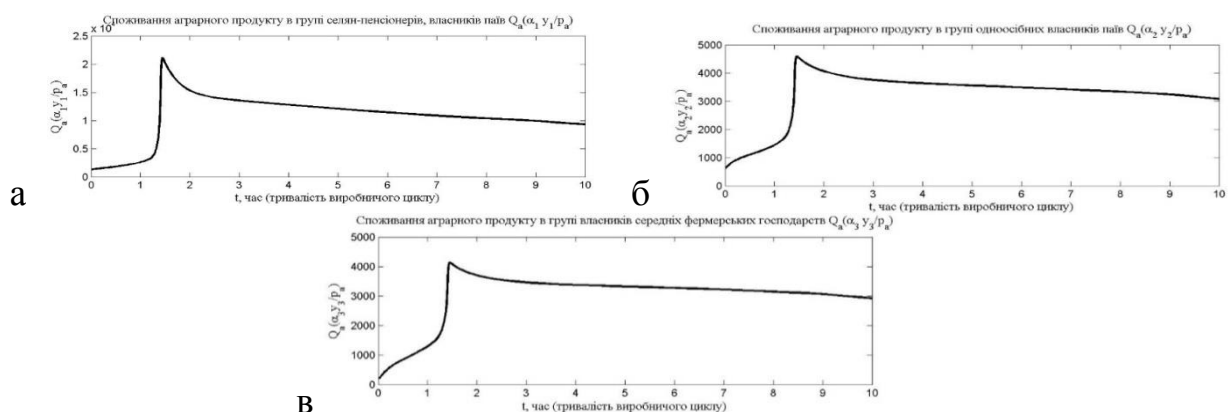


Рис. А.12. Графіки динаміки споживання аграрного продукту в групі пенсіонерів-власників паїв (а), одноосібних власників паїв (б), середніх фермерських господарств (в)

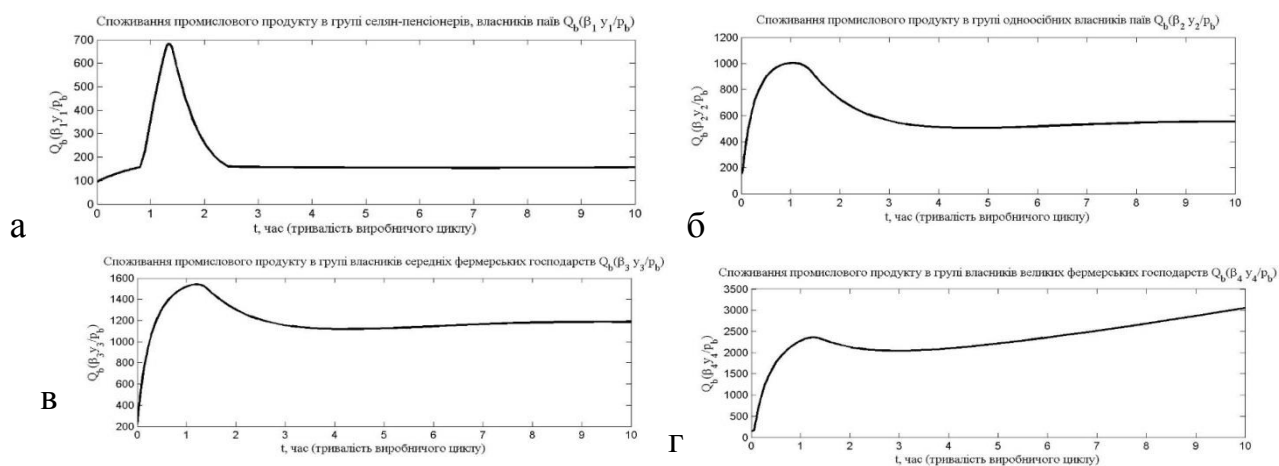


Рис. А.13. Графіки динаміки споживання промислового продукту в групі пенсіонерів-власників паїв (а), одноосібних власників паїв (б), середніх фермерських господарств (в), великих фермерських господарств (г)

ДОДАТОК Б
ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ
ЕКОНОМІЧНОЇ СТРУКТУРИ СУСПІЛЬСТВА ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ
ВИРОБНИЦТВА

Б.1. ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ

Таблиця Б.1

№ з.п.	Параметр	Од. вим.	Значення	Мін. зн.	Макс. зн.
1.	$\tilde{\nu}_1$	частка	0.22	0.02	0.35
2.	$\tilde{\nu}_2$	–	0.1	0.02	0.35
3.	$\tilde{\nu}_3$	–	0.06	0.02	0.35
4.	$\tilde{\nu}_4$	–	0.16	0.02	0.35
5.	$\tilde{\nu}_5$	–	0.05	0.02	0.35
6.	$\tilde{\nu}_6$	–	0.04	0.02	0.35
7.	$\tilde{\nu}_7$	–	0.24	0.02	0.35
8.	$\tilde{\nu}_8$	–	0.08	0.02	0.35
9.	$\tilde{\nu}_9$	–	0.05	0.02	0.35
10.	α_1	–	1.0	0.5	1.0
11.	α_2	–	0.2	0.1	0.4
12.	α_3	–	0.05	0.03	0.25
13.	α_4	–	1.0	0.2	1.0
14.	α_5	–	0.2	0.1	0.4
15.	α_6	–	0.1	0.05	0.2
16.	α_7	–	1.0	0.5	1.0
17.	α_8	–	1.0	0.5	1.0
18.	α_9	–	1.0	0.5	1.0
19.	β_2	–	0.3	0.15	0.6
20.	β_3	–	0.05	0.03	0.15
21.	γ_2	–	0.5	0.25	0.8
22.	γ_3	–	0.9	0.45	0.95
23.	γ_5	–	0.5	0.25	0.7
24.	γ_6	–	0.8	0.4	0.9
25.	σ_1	од. відх./од. часу	1.0	1.0	9.0
26.	σ_2	–	1.0	1.0	9.0
27.	σ_3	–	1.0	1.0	9.0
28.	σ_4	–	1.0	1.0	9.0
29.	σ_5	–	1.0	1.0	9.0
30.	σ_6	–	1.0	1.0	9.0
31.	σ_7	–	1.0	1.0	9.0
32.	σ_8	–	1.0	1.0	9.0
33.	σ_9	–	1.0	1.0	9.0
34.	k_1^*	частка	0.15	0.05	0.35
35.	k_2^*	–	0.15	0.05	0.35

Продовження таблиці Б.1

№ з.п.	Параметр	Од. вим.	Значення	Мін. зн.	Макс. зн.
36.	k_3^*	—	0.15	0.05	0.35
37.	k_4^*	—	0.15	0.05	0.35
38.	k_5^*	—	0.15	0.05	0.35
39.	k_6^*	—	0.15	0.05	0.35
40.	k_7^*	—	0.15	0.05	0.35
41.	k_8^*	—	0.15	0.05	0.35
42.	k_9^*	—	0.15	0.05	0.35
43.	χ_2	—	0.15	0.05	0.35
44.	χ_3	—	0.15	0.05	0.35
45.	χ_5	—	0.15	0.05	0.35
46.	χ_6	—	0.15	0.05	0.35
47.	κ_2	—	0.15	0.05	0.35
48.	κ_3	—	0.15	0.05	0.35
49.	κ_5	—	0.15	0.05	0.35
50.	κ_6	—	0.15	0.05	0.35
51.	d_1^*	од.тов./од.часу	937.5	300.0	1687.5
52.	d_4^*	—	1558.75	580.0	2465.0
53.	d_7^*	—	1020.0	680.0	2210.0
54.	d_8^*	—	3062.5	700.0	3937.5
55.	d_9^*	—	1417.5	675.0	2362.5
56.	$z_1(t_0)$	грош. од.	3000	2000	5000
57.	$z_2(t_0)$	—	12000	3000	17000
58.	$z_3(t_0)$	—	18000	7000	21000
59.	$z_4(t_0)$	—	3000	1000	6000
60.	$z_5(t_0)$	—	10000	25000	95000
61.	$z_6(t_0)$	—	19000	14000	44000
62.	$z_7(t_0)$	—	3000	1000	7500
63.	$z_8(t_0)$	—	4000	1000	9000
64.	$z_9(t_0)$	—	6000	2500	9500
65.	$p_A(t_0)$	грош. од./од.тов.	12	6	100
66.	$p_B(t_0)$	грош. од./од.відх.	21	5	105
67.	$\zeta(t_0)$	од.відх.	40	25	75
68.	θ_A	частка	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$
69.	θ_B	—	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$
70.	λ_2^*	—	0.15	0.05	0.25
71.	λ_3^*	—	0.15	0.05	0.25
72.	λ_5^*	—	0.15	0.05	1.0
73.	λ_6^*	—	0.15	0.05	1.0
74.	λ	—	0.12	0.05	0.4
75.	$\bar{\lambda}$	—	0.14	0.05	0.4
76.	d	од.тов.	10.0	0.0	50.0
77.	η	1/од.часу	0.11	0.05	1.5

Параметри β_i ($i=2,3$), \tilde{v}_i , k_i^* ($i=\overline{1,9}$), γ_i , χ_i , κ_i , λ_i^* ($i=2,3,5,6$), d_i^* ($i=1,4,7,8,9$), d встановлено за статистичними даними [58, 116], параметри α_i , σ_i , $z_i(t_0)$ ($i=\overline{1,9}$), $p_A(t_0)$, $p_B(t_0)$, $\xi(t_0)$, λ , $\bar{\lambda}$, η – на основі експертних оцінок, параметри θ_A , θ_B – за допомогою імітаційних експериментів.

Б.2. ФУНКЦІЇ, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ МОДЕЛІ

Функція попиту споживача на основну продукцію:

$$q_A(s) = q_1^* \left(\frac{s}{s + \delta_1 s_1} + \varepsilon_1 s \right) + h(s - s_{\min}) q_2^{**} \times \left[\frac{s - s_{\min}}{s - s_{\min} + \delta_2 (s_2 - s_{\min})} + \varepsilon_2 (s - s_{\min}) \right]$$

$$\text{де } h(s - s_{\min}) = \begin{cases} 0, & s \leq s_{\min}, \\ 1, & s > s_{\min}. \end{cases}$$

Значення параметрів: $q_1^* = 400$; $\delta_1 = 1$; $s_1 = 5,714$; $\varepsilon_1 = 0$; $q_2^{**} = 2000$; $s_{\min} = 11,428$; $\delta_2 = 1$; $s_2 = 12,857$; $\varepsilon_2 = 0$.

Функція випуску основної продукції в розрахунку на одне робоче місце:

$$f_A(s) = \begin{cases} f_A^{(0)} s, & f_A^{(0)} s \leq f_{\max}, \\ f_{\max}, & f_A^{(0)} s > f_{\max}, \end{cases}$$

де $f_A^{(0)}$ – фондovіддача у основному (промисловому) виробництві, f_{\max} – максимальна фондovіддача у промисловому виробництві.

Значення параметрів: $f_A^{(0)} = 21,7$; $f_{\max} = 1700$.

Функція утилізації відходів у розрахунку на одне робоче місце:

$$\varphi_B(s) = \begin{cases} \varphi_B^{(0)} s, & \varphi_B^{(0)} s \leq \varphi_{\max}, \\ \varphi_{\max}, & \varphi_B^{(0)} s > \varphi_{\max}, \end{cases}$$

де $\varphi_B^{(0)}$ – фондovіддача у допоміжному (утилізаційному) виробництві, φ_{\max} – максимальна фондovіддача в утилізаційному виробництві.

Значення параметрів: $\varphi_B^{(0)} = 15,7$; $\varphi_{\max} = 1300$.

Функція попиту на утилізацію забруднення у розрахунку на одного власника утилізаційних підприємств:

$$\psi_B(s) = \frac{m_1}{m_2} \varphi_B(s),$$

де m_1 – кількість робочих місць, задіяних в утилізації відходів, а m_2 – кількість власників утилізаційних підприємств.

Параметри функцій встановлено на основі статистичних даних та ідентифікаційних задач [58, 105, 116].

Б.3. ПЕРЕЛІК ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Таблиця Б.1

№ з.п.	Назва показника	Джерело
1.	Споживання свіжої води	[58, с. 116]
2.	Обсяг оборотної та повторно використаної води	[58, с. 116]
3.	Потужність очисних споруд	[58, с. 116]
4.	Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря	[58, с. 120]
5.	Викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення	[58, с. 116]
6.	Викиди забруднюючих речовин від автотранспорту	[58, с. 116]
7.	Утворення відходів (I-IV класів небезпеки)	[58, с. 126]
8.	Утворення відходів на одну особу	[58, с. 126]
9.	Наявність відходів	[58, с. 126]
10.	Утворення відходів (I-III) класів небезпеки	[58, с. 71]
11.	Утилізовано відходів	[58, с. 71]
12.	Утворення відходів I класу небезпеки	[58, с. 71]
13.	Утворення відходів II класу небезпеки	[58, с. 71]
14.	Утворення відходів III класу небезпеки	[58, с. 71]
15.	Передано на сторону відходів I класу небезпеки	[58, с. 71]
16.	Утилізовано відходів II класу небезпеки	[58, с. 71]
17.	Утилізовано відходів III класу небезпеки	[58, с. 71]
18.	Наявність відходів I класу небезпеки	[58, с. 72]
19.	Наявність відходів II класу небезпеки	[58, с. 72]
20.	Наявність відходів III класу небезпеки	[58, с. 72]
21.	Капітальні інвестиції та поточні витрати на охорону довкілля	[166, с.398]
23.	Капітальні інвестиції в охорону довкілля	[116, с. 398]
24.	Поточні витрати на охорону довкілля	[116, с. 398]
25.	Частка державних витрат у капітальних інвестиціях на охорону природи	[116, с. 398]
26.	Частка державних витрат на охорону природи	[116, с. 398]
27.	Пред'явлено екологічний податок	[116, с. 400]
28.	Сплачено екологічного податку	[116, с. 400]
29.	Витрати на вивезення відходів на звалища	[116, с. 398]
30.	Пред'явлено штрафів за порушення охорони довкілля	[116, с. 400]
31.	Валовий регіональний продукт	[116, с. 25]
32.	Доходи населення	[116, с. 25]
33.	Продукція сільського господарства	[116, с. 25]
34.	Продукція рослинництва	[116, с. 25]
35.	Населення	[116, с. 26]
36.	Кількість зайнятих	[116, с. 26]
37.	Кількість безробітних	[116, с. 26]
38.	Продукція промисловості	[116, с. 26]
39.	Продукція сільського господарства	[116, с. 26]

Б.4. ДИНАМІКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕГІОНУ

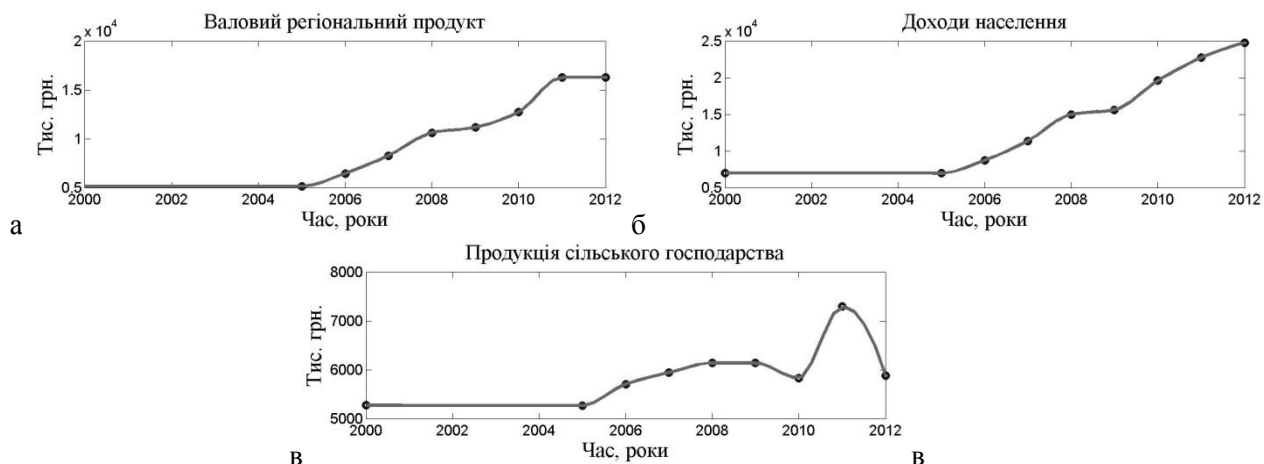
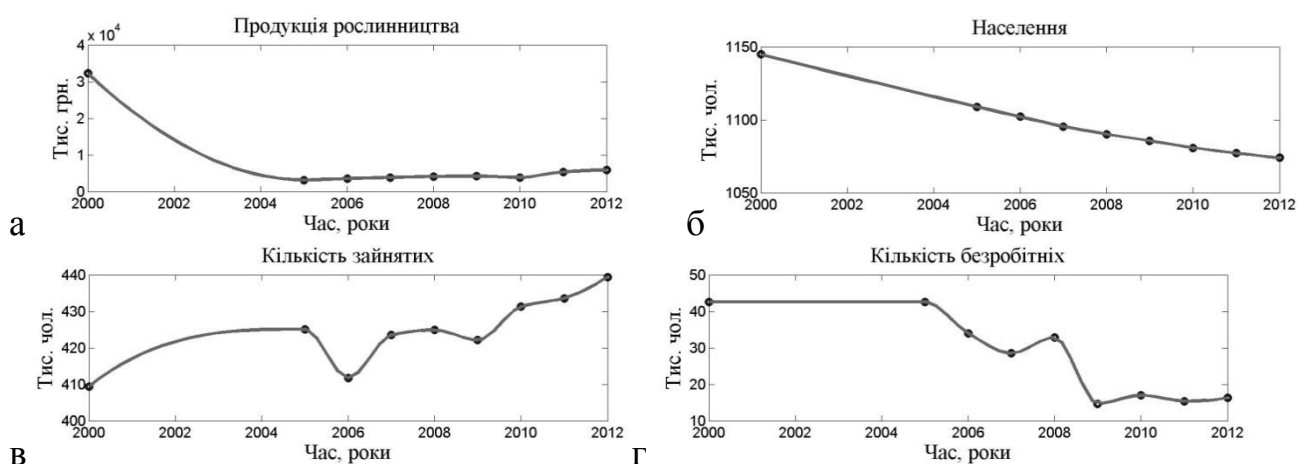
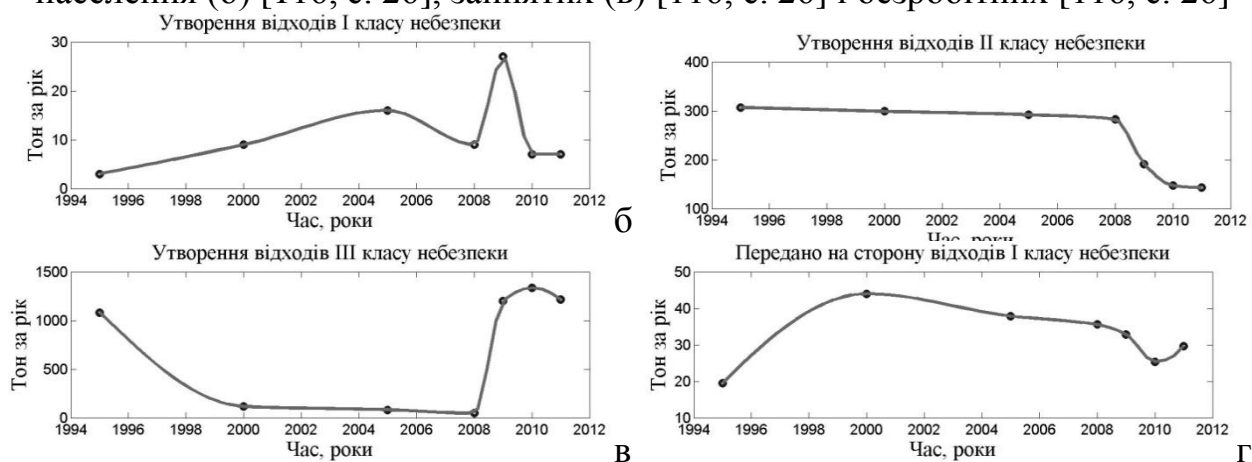


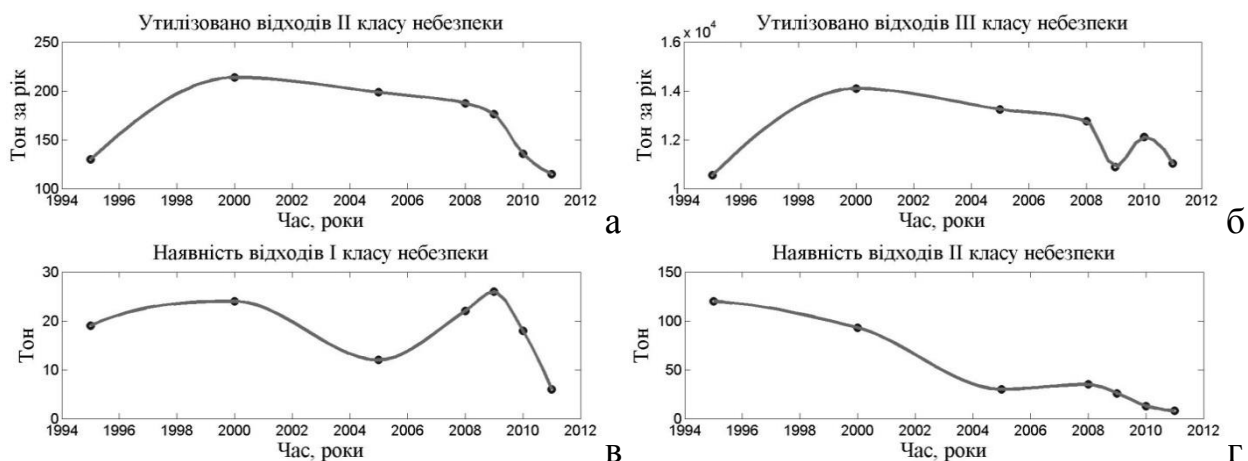
Рис. Б.2. Графіки динаміки валового регіонального продукту (а), доходів населення (б), продукції сільського господарства (в) [116, с. 25]



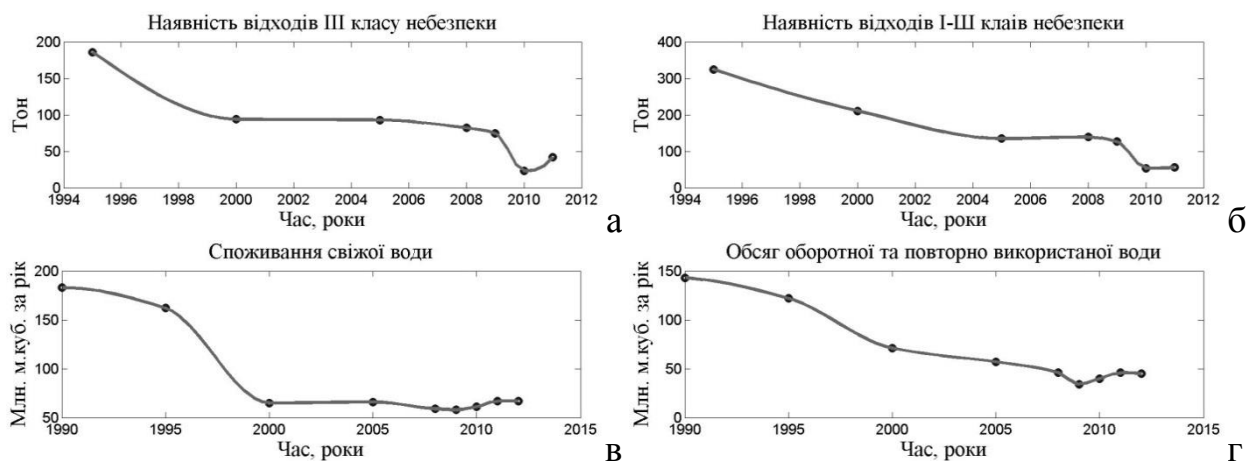
Б.2. Графіки динаміки продукції рослинництва (а) [116, с. 25], кількості населення (б) [116, с. 26], зайнятих (в) [116, с. 26] і безробітних [116, с. 26]



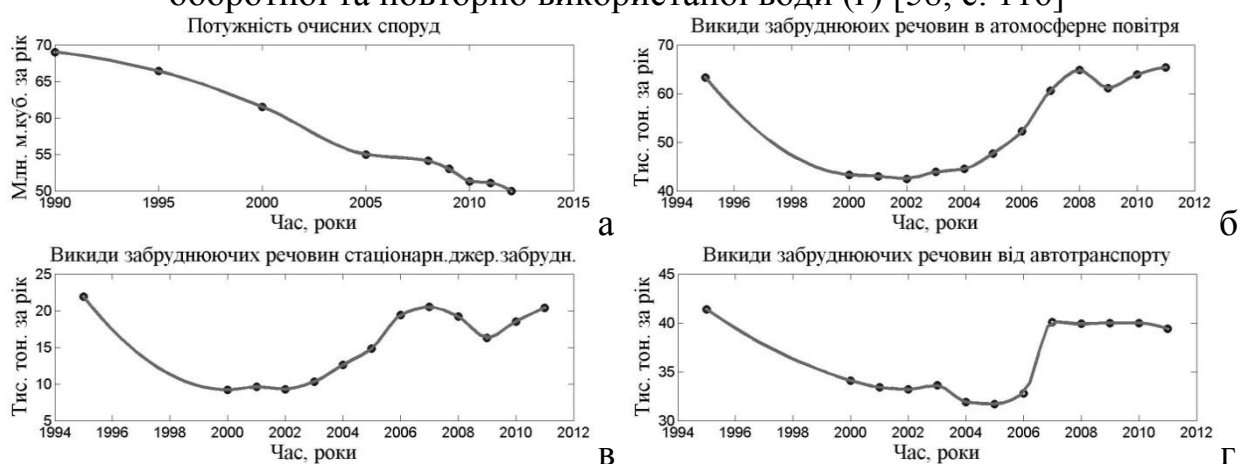
Б.3. Графіки динаміки утворення відходів I (а), II (б), III(в) класу небезпеки та кількості відходів I класу небезпеки, переданих на сторону [58, с. 71]



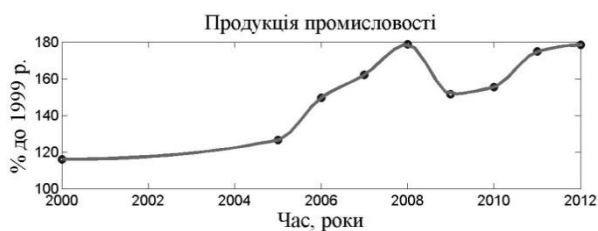
Б.4. Графіки динаміки утилізації відходів II (а), III (б) класу небезпеки [58, с. 71] та наявності відходів I (в) і II (г) класу небезпеки [58, с. 72]



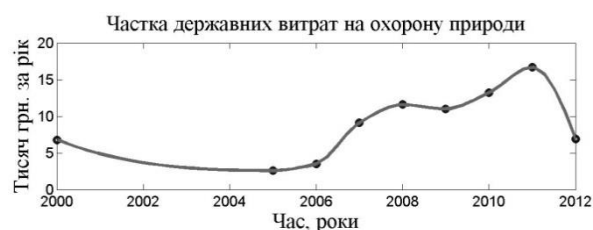
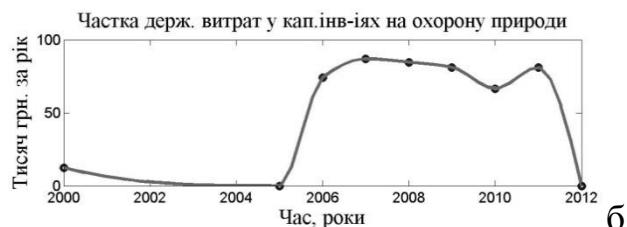
Б.5. Графіки динаміки наявності відходів III (а), та I-III (б) класів небезпеки [58, с. 72], динаміки споживання свіжої води (в) і обсягів оборотної та повторно використаної води (г) [58, с. 116]



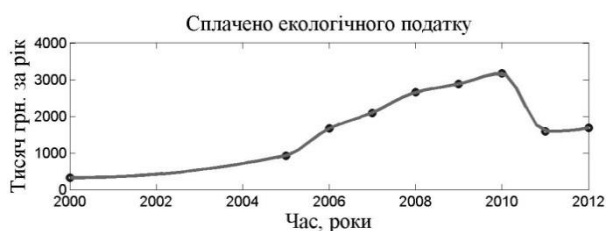
Б.6. Графіки зміни потужності очисних споруд води (а) [58, с. 116], динаміки викидів забруднюючих речовин в повітря (б), викидів цих речовин від стаціонарних джерел (в) і від автотранспорту (г) [58, с. 120]



Б.7. Графіки динаміки продукції промисловості (а), продукції сільського господарства [58, с. 27], капітальних і поточних інвестицій на охорону довкілля (в), капітальних інвестицій на охорону довкілля (г) [116, с. 398]



Б.8. Графіки динаміки поточних витрат на охорону довкілля (а), частки державних витрат у капітальних інвестиціях на охорону природи (б), частки державних витрат на охорону природи (в) [116, с. 398], пред'явленого екологічного податку (г) [116, с. 400]



Б.9. Графіки динаміки сплаченого екологічного податку (а), пред'явлено штрафів за порушення охорони довкілля (б) [116, с. 400]

Б 5. ГРАФІКИ СЕРЕДНЬОТРИВАЛИХ РОЗВ'ЯЗКІВ МОДЕЛІ

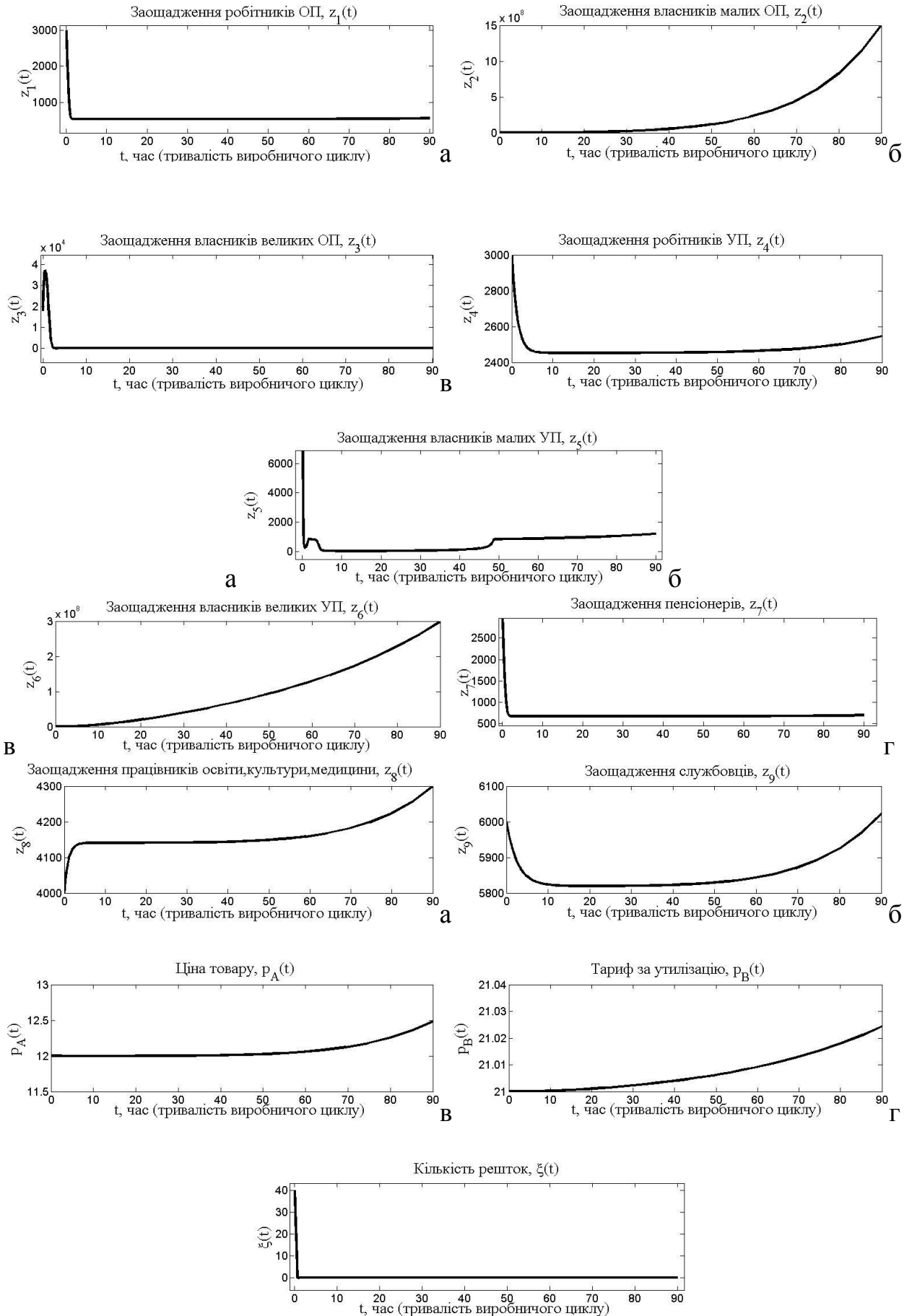


Рис. Б.10. Графік розв'язку моделі

Графіки показників середньотривалих розв'язків моделі

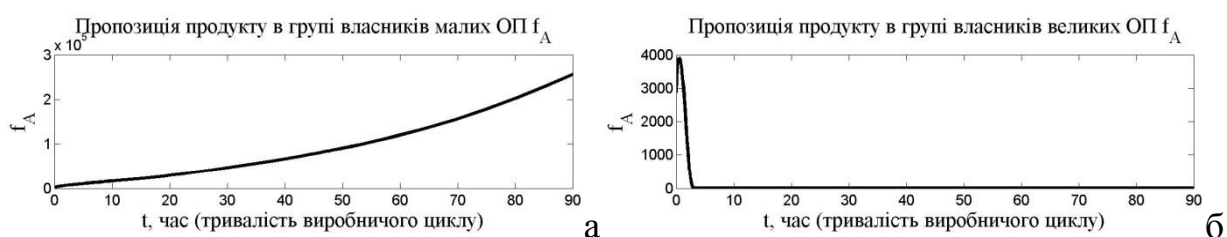


Рис. Б.11. Графіки динаміки кількості основного продукту, виробленого малими (а) і великими (б) ОП, побудовані за розв'язками моделі

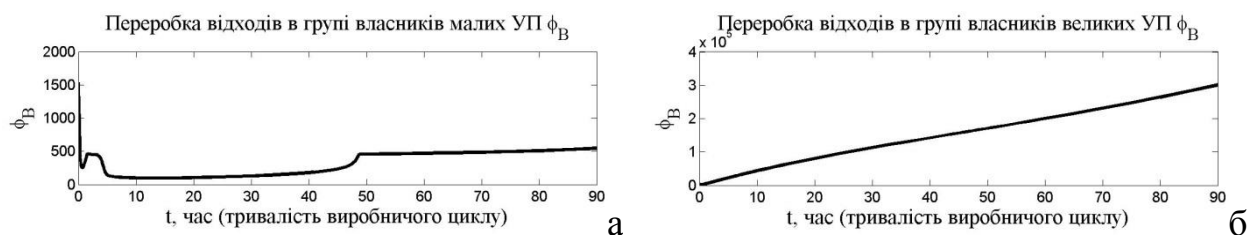


Рис. Б.12. Графіки динаміки кількості відходів, перероблених малими (а) і великими (б) УП, побудовані за розв'язками моделі

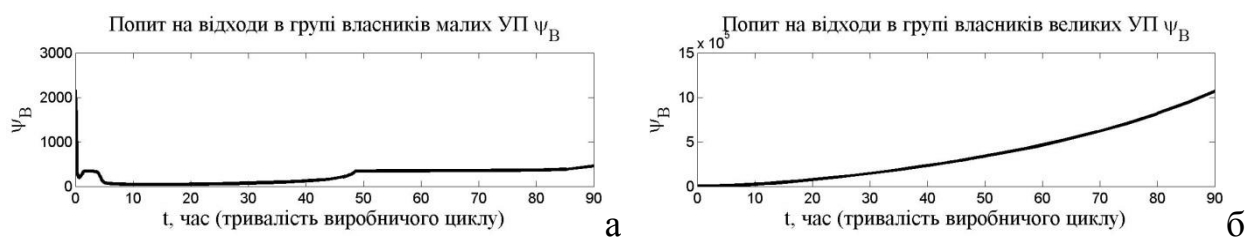


Рис. Б.13. Графіки динаміки попиту на відходи у малих (а) і великих (б) УП, побудовані за розв'язками моделі

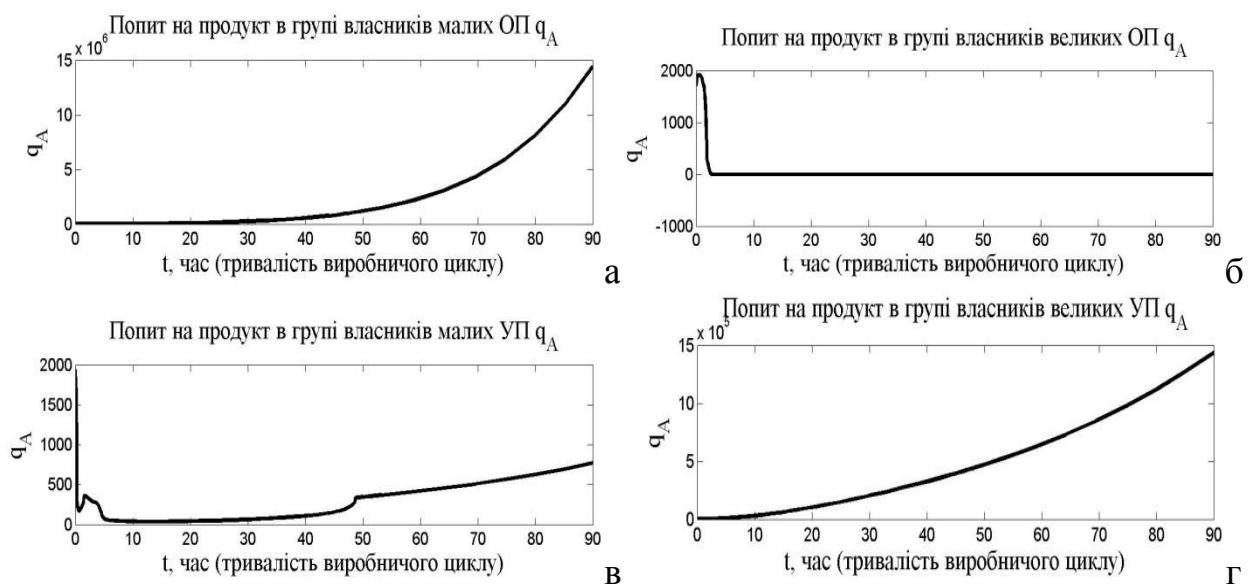


Рис. Б.14. Графіки динаміки попиту на основний продукт у власників малих (а) і великих (б) ОП та у власників малих (в) і великих (г) УП, побудовані за розв'язками моделі

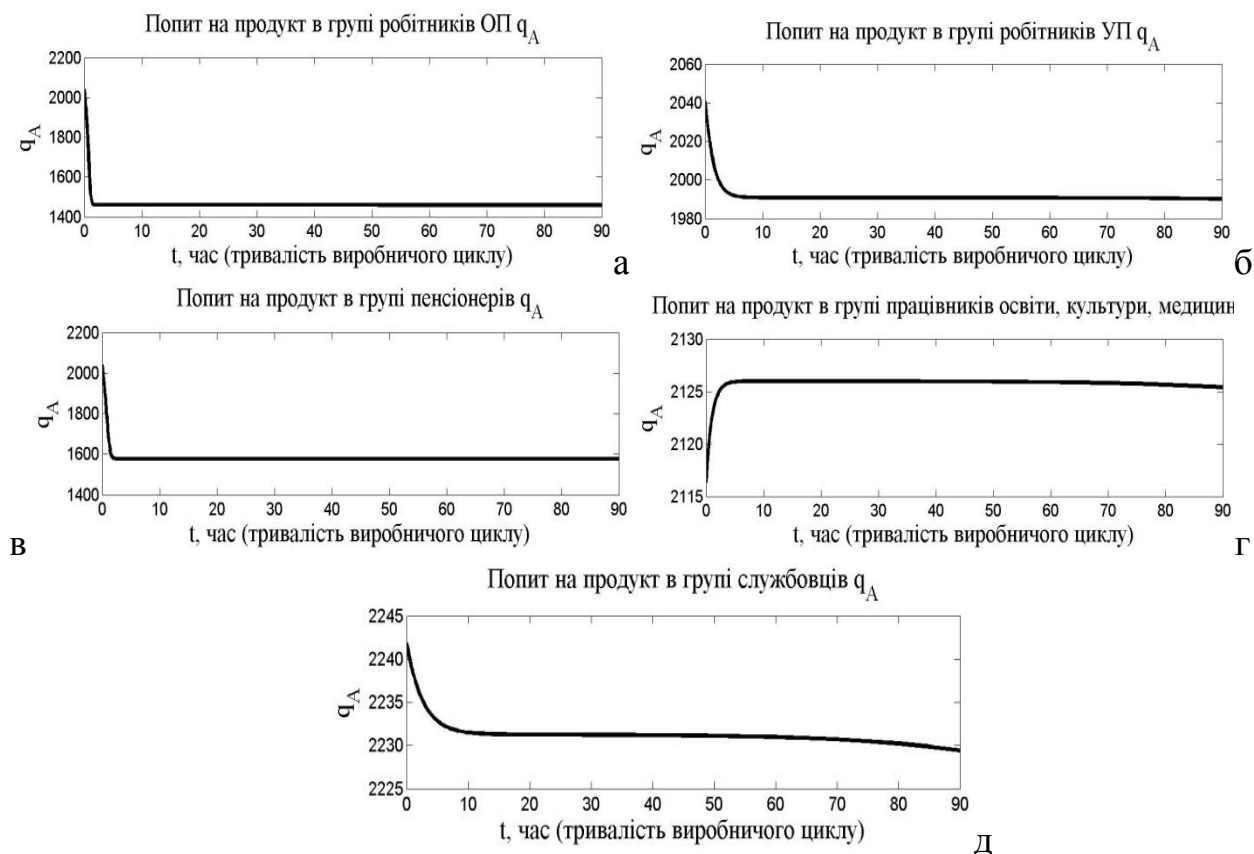


Рис. Б.15. Графіки динаміки попиту на основний продукт у робітників ОП (а) та УП (б), пенсіонерів (в), працівників освіти, культури й медицини (г), службовців (д), побудовані за розв'язками моделі

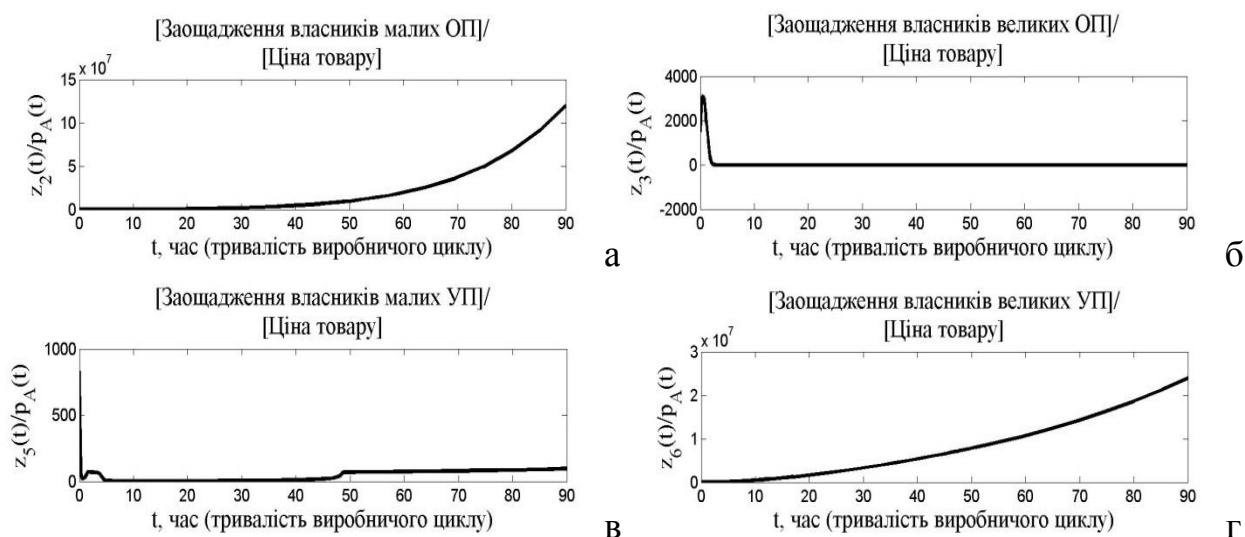


Рис. Б.16. Графіки динаміки купівельної спроможності власників малих (а) і великих (б) ОП, власників малих (в) і великих (г) УП, побудовані за розв'язками моделі

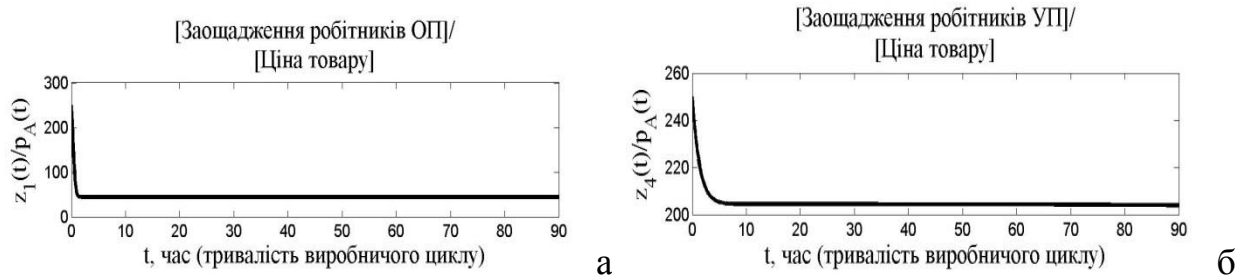


Рис. Б.17. Графіки динаміки купівельної спроможності робітників ОП (а) і УП (б), побудовані за розв'язками моделі

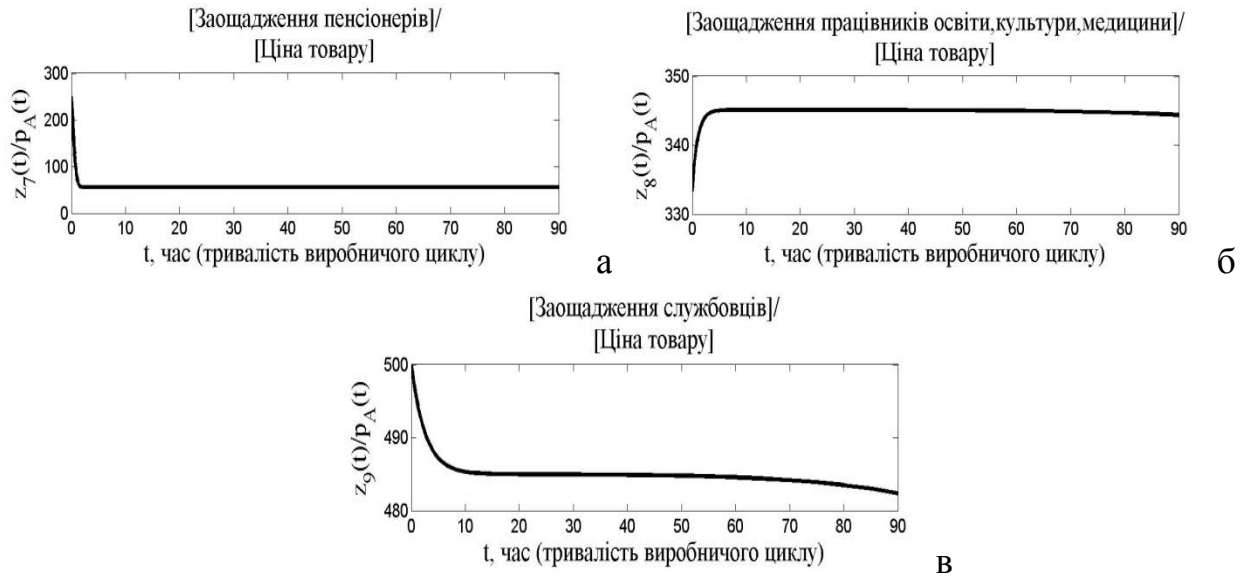


Рис. Б.18. Графіки динаміки купівельної спроможності пенсіонерів (а), працівників освіти, культури й медицини (б), службовців (в), побудовані за розв'язками моделі

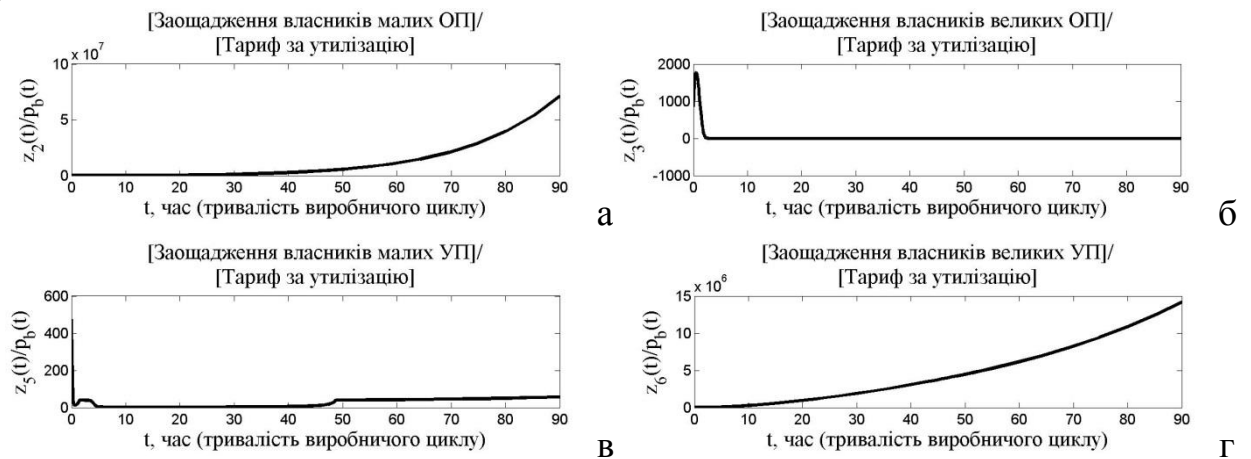


Рис. Б.19. Графіки динаміки фінансової спроможності щодо утилізації відходів малими (а) і великими (б) ОП та малими (в) й великими (г) УП, побудовані за розв'язками моделі

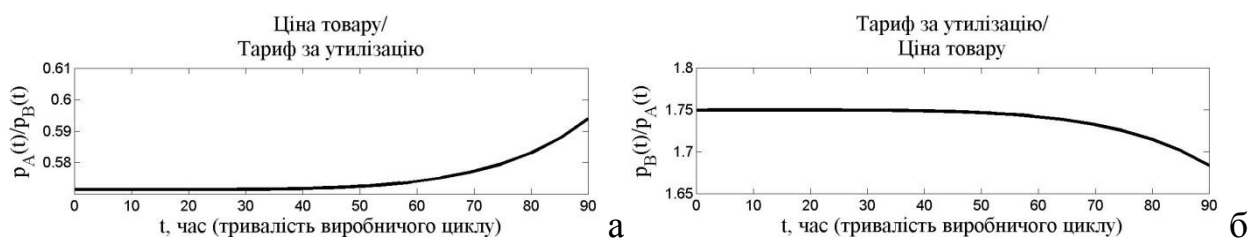
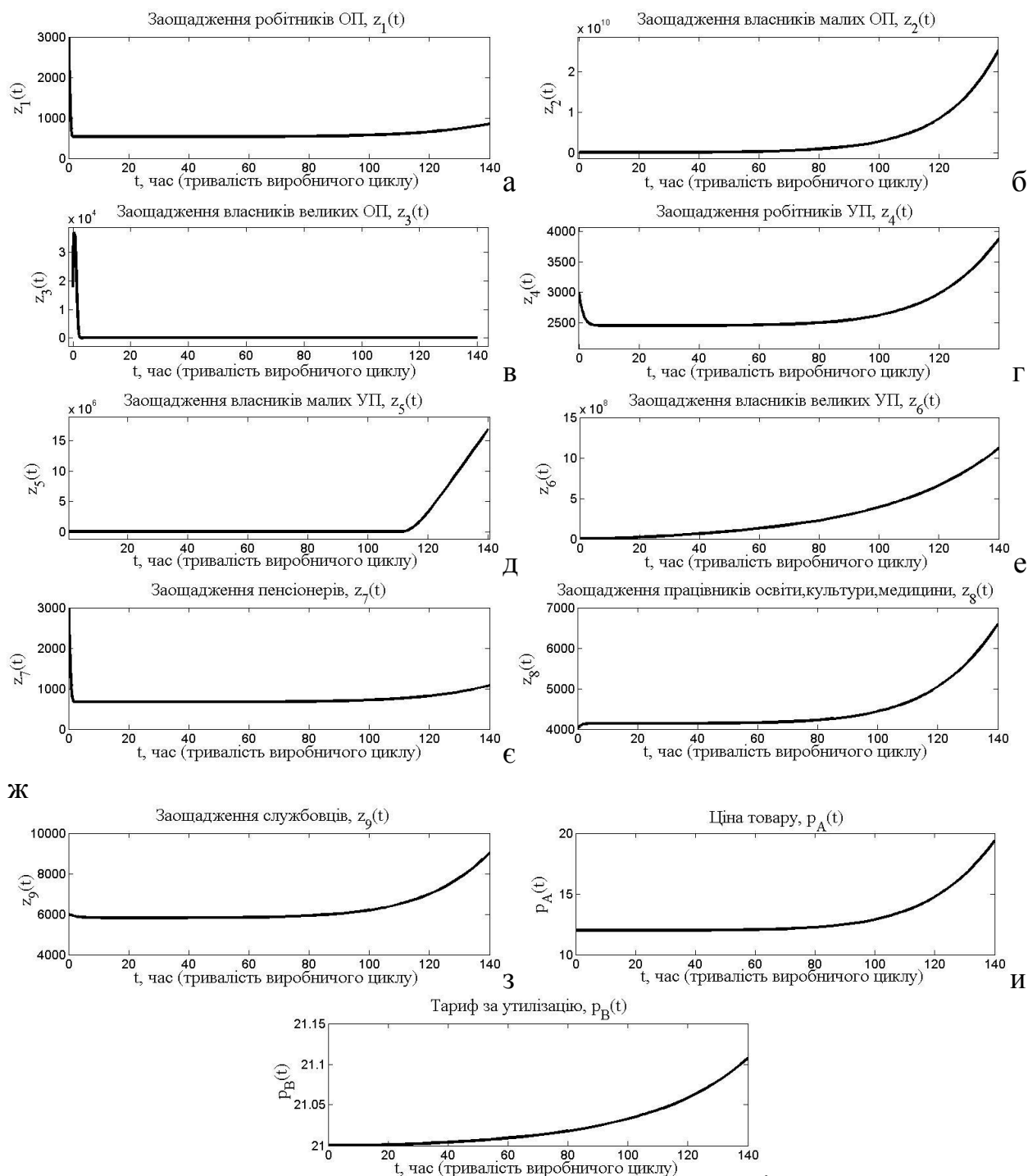


Рис. Б.20. Графіки динаміки показників $p_A(t)/p_B(t)$ (а) і $p_B(t)/p_A(t)$ (б), побудовані за розв'язками моделі

ГРАФІКИ ДОВГОТРИВАЛИХ РОЗВ'ЯЗКІВ МОДЕЛІ



Б.21. Графіки прогнозних розв'язків моделі

ГРАФІКИ ПОКАЗНИКІВ ДОВГОТРИВАЛИХ РОЗВ'ЯЗКІВ МОДЕЛІ

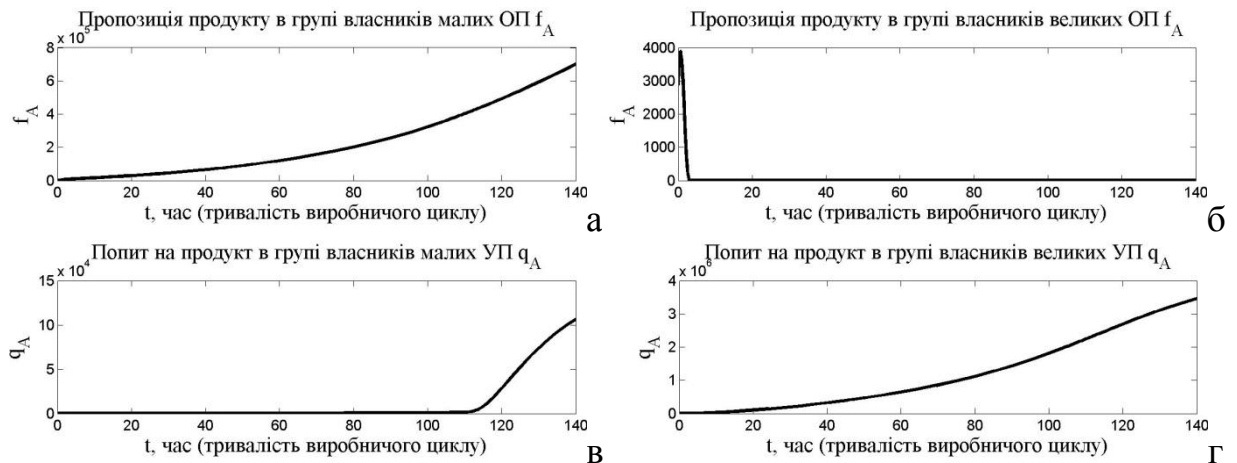


Рис. Б.22. Графіки динаміки пропозиції продукту, виробленого малими (а) і великими ОП (б), попиту на продукт у власників малих (в) і великих (г) УП, побудовані за довготривалими розв'язками моделі

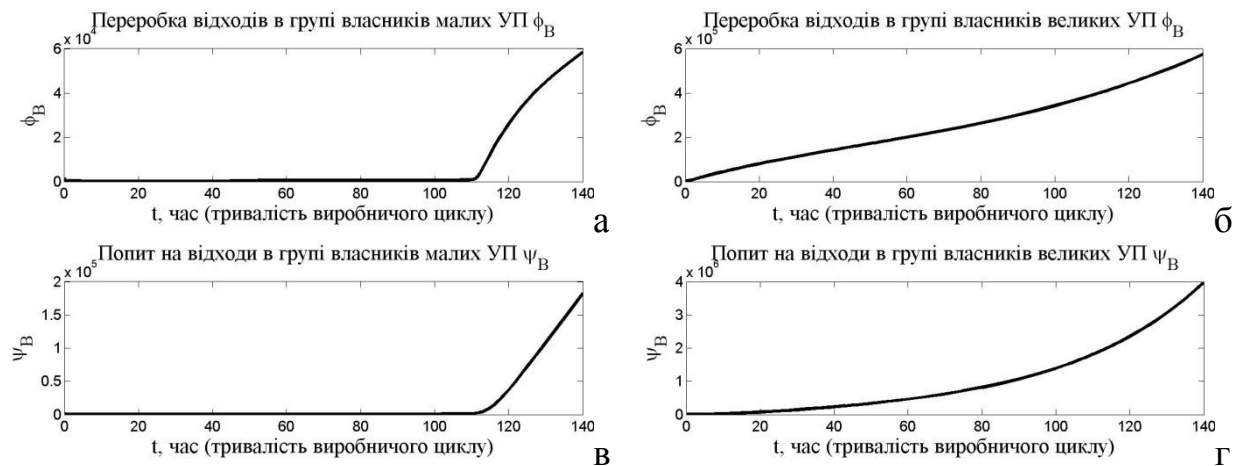


Рис. Б.23. Графіки динаміки переробки відходів малими (а) і великими УП (б) та попиту на відходи у малих (в) і великих (г) УП, побудовані за довготривалими розв'язками моделі

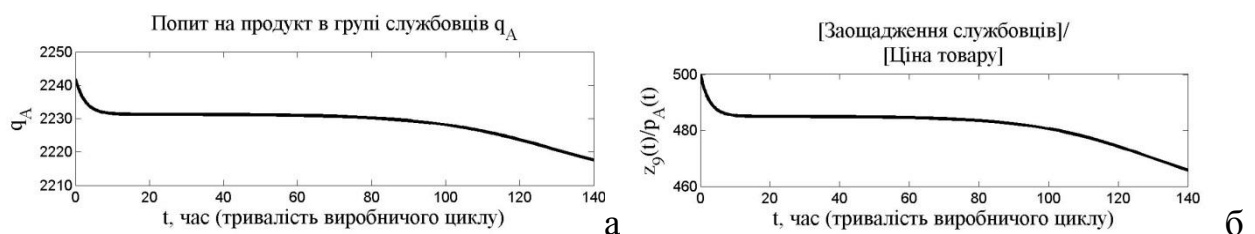


Рис. Б.24. Графіки динаміки попиту на продукт у службовців (а), динаміки їхньої фінансової спроможності (б), побудовані за довготривалими розв'язками моделі

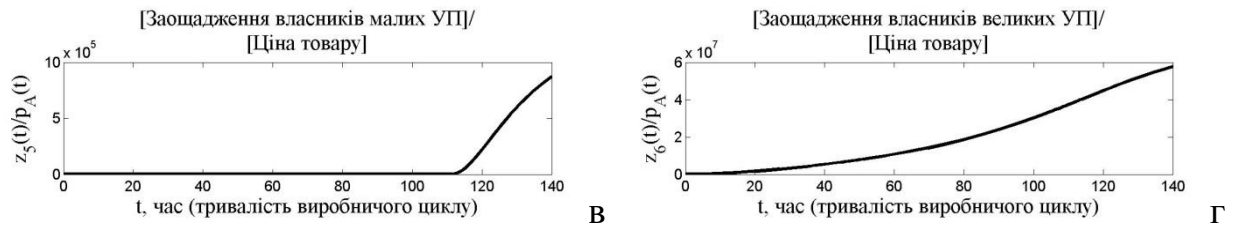


Рис. Б.25. Графіки динаміки купівельної спроможності власників малих (а) і великих (б) УП (а), побудовані за довготривалими розв'язками моделі

ДОДАТОК В

Таблиця В.1.

Опис функцій програмного забезпечення математичної моделі економічної системи.

Назва функції	Опис функції
init_param	Функція init_param присвоє значень параметра моделі.
no_loop_all	Функція no_loop_all встановлює ознаки не виконувати циклу за жодним параметром у функціях моделі, це необхідно у тих випадках, коли стоїть задача знайти лише один імітаційний розв'язок моделі.
init_param_fu	Функція init_param_fu присвоює значення усім параметрам у функціях моделі.
print_param	Функція print_param призначена для того, щоб вивести у текстовий файл значення усіх параметрів застосованих у моделі. Ця функція необхідна для контролю введених даних, а також для контролю за введеними параметрами моделі.
listt_param	Функція listt_param виводить список назв всіх параметрів текстових файлів. Вона потрібна для того, щоб виконати контроль за значеннями і за тим, які параметри введені у вхідних даних під час опису програмного забезпечення моделі.
fun_ef_a	Функції fun_ef_a, fun_fi_b, fun_ps_b, fun_qu_a – це ті функції, які застосовані в досліджуваній еколого-економічній моделі. В інших моделях динамічних систем відповідно ці функції мають інші ідентифікатори.
fun_fi_b	
fun_ps_b	
fun_qu_a	
pokaznyku_fp	Функція pokaznyku_fp містить програму, яка відображає графіки проєкцій фазових траєкторій на площини різних динамічних змінних.
pokaznyku_ij	Функція pokaznyku_ij містить програму, яка відображає співвідношення (частку і різницю) двох розв'язків моделі.
pokaznyku_fu	Функція pokaznyku_fu – це програма, яка виводить графіки функцій вираховані за розв'язками моделі.
demo_all	Функція demo_all виводить графіки залежності середніх значень розв'язків моделі від зміни її параметрів.
demo_ymean	Функція demo_ymean будує залежності значень середніх розв'язків від зміни параметрів моделі, і відображає їх у спеціальному форматі полегшеному для підготовки презентацій і паперовому друку.
norm_rozxid	Функція norm_rozxid містить оператори контролю за розходом ресурсу учасниками економіки.
norm_stru_s	Функція norm_stru_s містить оператори, які виконують контроль параметрів, що описують структуру суспільства.
run_kor_iii	Функція run_kor_iii – містить програму порівняння додатних і від'ємних доданків в правих сторонах диференціальних рівнянь моделі, вирахованих за її розв'язками.
run_demo_a_b	Функція run_demo_a_b – містить графіки додатних і від'ємних доданків в правих сторонах диференціальних рівнянь моделі, вирахованих за зміною їхніх аргументів.
all_demo	Функція all_demo містить команди виводу графіків залежності всіх динамічних змінних моделі від зміни її параметрів, ці графіки побудовано за попередньо знайденими розв'язками моделі.
ode_immm	Функція ode_immm містить «каркас» або «заготовку» функції з

	описом системи звичайних диференціальних рівнянь моделі.
demo_ode_ode	Функція demo_ode_ode містить оператори вирахування правих сторін диференціальних рівнянь моделі за їхнім розв'язком.
main_immm_a	Функції main_immm_a і main_immm_b – це дві головні програми, які призначені відповідно для знаходження розв'язку рівнянь
main_immm_b	

Оператор з оголошенням статичного елемента `M_element` **Programator::dy_zminn** класу `Ptogramator`, який містить опис динамічних змінних моделі.

```
// Опис динамічних змінних
// Ідентифікатори
// Математичні позначення.
// Заздалегідь вибрані значення.
// Словесний опис параметрів (коментарі)

const int      Programator::DY_ZMINN_ROW = 12;
const M_element Programator::dy_zminn[] =
{
"z01", "z_{1}",      2, "Заощадження робітників промислових підприємств",
"z02", "z_{2}",      3, "Заощадження власників малих промислових підприємств",
"z03", "z_{3}",      4, "Заощадження власників великих промислових підприємств",
"z04", "z_{4}",      5, "Заощадження робітників переробних підприємств",
"z05", "z_{5}",      6, "Заощадження власників малих переробних підприємств",
"z06", "z_{6}",      7, "Заощадження власників великих переробних підприємств",
"z07", "z_{7}",      8, "Заощадження пенсіонерів",
"z08", "z_{8}",      18, "Заощадження працівників освіти культури медицини",
"z09", "z_{9}",      9, "Заощадження службовців",
"p_A", "p_A" ,      14, "Ціна товару",
"p_B", "p_B" ,      14, "Тариф за утилізацію",
"xi", "\\xi" ,      14, "Кількість решток",
};
```

Головна програма генерування файлів програмного забезпечення моделі економічної системи.

```
#include "m_element.h"
#include "programator.h"
#include "c_parametr.h"
#include "c_dy_zminn.h"
#include "c_param_fu.h"
#include "c_function.h"

int main(int cparam, char *par[])
{
    // Створюємо об'єкт класу Programator
    Programator m1;
    m1.set_name("immm");
    cout << "m1=[\n" << m1 << "]\n";

    m1.init_param      ("init_param.m"); // Присвоєння значень параметрам моделі
    m1.no_loop_all     ("no_loop_all.m"); // Признаки не виконувати циклу за параметром
    m1.init_param_fu   ("init_param_fu.m"); // Присвоєння значень параметрам у функціях моделі
    m1.print_param     ("print_param.m"); // Виводить значення параметрів у файл
    m1.listt_param     ("listt_param.m"); // Виводить список назв параметрів у файл
    m1.create_fun();   // Створення каркасу функцій ПЗ моделі
    m1.demo_fu         ("demo_fu.m"); // Відображення графіків функцій моделі
    m1.pokaznyky_fp    ("pokaznyky_fp.m"); // Фазові портрети
    m1.pokaznyky_ij    ("pokaznyky_ij.m"); // Відношення двох розв'язків
    m1.pokaznyky_fu    ("pokaznyky_fu.m"); // Функції, виражені за розв'язками моделі
    m1.demo_all        ("demo_all.m"); // Вивід графіків середніх значень розв'язків, залежних
від параметрів
    m1.demo_ymean      ("demo_ymean.m"); // Залежності середніх значень розв'язків від параметрів
    m1.norm_rozxid     ("norm_rozxid.m"); // Нормування структури розходу ресурсів
    m1.norm_stru_s     ("norm_stru_s.m"); // Нормування структури суспільства
    m1.run_kor_iii     ("run_kor_iii.m"); // Запуск програми корегування доданків A(y)-B(y)
    m1.run_demo_a_b    ("run_demo_a_b.m"); // Демонстрація графіків додатків A(r), B(r).
    m1.all_demo        ("all_demo.m"); // Графіки залежності всіх ДЗ від зміни параметра
    m1.ode_main        ("ode_immm.m"); // Функція з описом СЗДР
    m1.demo_ode_ode    ("demo_ode_ode.m"); // Вирахування правих сторін СЗДР за їхнім розв'язком
    m1.main_immm_a     ("main_immm_a.m"); // Головна програма знаходження 1 розв'язку
    m1.main_immm_b     ("main_immm_b.m"); // ГП зн. залежностей розв'язків від всіх параметрів

    return 0;}
```

Список автоматично створених файлів програмного забезпечення моделі.

init_param.m	Присвоєння значень параметрам моделі
no_loop_all.m	Признаки не виконувати циклу за параметром
init_param_fu.m	Присвоєння значень параметрам у функціях моделі
Print_param.m	Виводить значення параметрів у файл
Listt_param.m	Виводить список назв параметрів у файл
fun_ef_a.m	Каркас функції ПЗ моделі
fun_fi_b.m	Каркас функції ПЗ моделі
fun_ps_b.m	Каркас функції ПЗ моделі
fun_qu_a.m	Каркас функції ПЗ моделі
demo_fu.m	Відображення графіків функцій моделі
pokaznyky_fp.m	Фазові портрети
pokaznyky_ij.m	Відношення двох розв'язків
pokaznyky_fu.m	Функції, вираховані за розв'язками моделі
demo_all.m	Вивід графіків середніх значень розв'язків, залежних від параметрів
demo_ymean.m	Залежності середніх значень розв'язків від параметрів
norm_rozxid.m	Нормування структури розходу ресурсів
norm_stru_s.m	Нормування структури суспільства
run_kor_iii.m	Запуск програми корегування доданків $A(y)$ - $B(y)$
run_demo_a_b.m	Демонстрація графіків додатків $A(r)$, $B(r)$.
all_demo.m	Графіки залежності всіх ДЗ від зміни параметра
ode_immm.m	Функція з описом СЗДР
demo_ode_ole.m	Вирахування правих сторін СЗДР за їхнім розв'язком
main_immm_a.m	Головна програма знаходження 1 розв'язку
main_immm_b.m	ГП знаходження залежностей розв'язків від всіх параметрів

Оператор з оголошенням статичного елемента `M_element` **Programator::param_fu** класу **Ptogramator**, який містить опис параметрів у функціях моделі.

```
// Опис параметрів в функціях.

// Ідентифікатори
// Математичні позначення.
// Заздалегідь вибрані значення.
// Словесний опис параметрів (коментарі)

const int      Programator::PARAM_FU_ROW  = 18;
const M_element Programator::param_fu[] =
{
"fa_aaa", "fa_aaa", 21.7    , "Функція fun_ef_a, Фондовіддача в агрегованому секторі.
",
"fa_max", "fa_max", 1700   , "Функція fun_ef_a, Максимальна продуктивність агрегованого сектора
",
"fb_aaa", "fb_aaa", 15.7    , "Функція fun_fi_b, Фондовіддача в агрегованому секторі.
",
"fb_max", "fb_max", 1300   , "Функція fun_fi_b, Максимальна продуктивність агрегованого сектора
",
"qa01"   , "qa01"   , 400    , "Функція fun_qu_a, Споживання на рівні прожиткового мінімуму
",
"ra01"   , "ra01"   , 5.7142 , "Функція fun_qu_a, Купівельна спроможність рівні прожиткового
мінімуму",
"eea1"   , "eea1"   , 0.0001 , "Функція fun_qu_a, Заміщення товарів повсякчасної потреби
",
"qa02"   , "qa02"   , 2000   , "Функція fun_qu_a, Споживання на рівні середніх потреб
",
"ra02"   , "ra02"   , 12.857 , "Функція fun_qu_a, Купівельна спроможність рівні середніх потреб
",
"eea2"   , "eea2"   , 0.0003 , "Функція fun_qu_a, Заміщення товарів довготривалого вжитку
",
"rami"   , "rami"   , 11.428 , "Функція fun_qu_a, Купів. спром. виникнення спож. тов.д-трив. вжитку
",
"qb01"   , "qb01"   , 200    , "Функція fun_ps_b, Споживання на рівні прожиткового мінімуму
",
"rb01"   , "rb01"   , 30.7142, "Функція fun_ps_b, Купівельна спроможність рівні прожиткового
мінімуму",
"eeb1"   , "eeb1"   , 0.00002, "Функція fun_ps_b, Заміщення товарів повсякчасної потреби
",
"qb02"   , "qb02"   , 1000   , "Функція fun_ps_b, Споживання на рівні середніх потреб
",
"rb02"   , "rb02"   , 10.857 , "Функція fun_ps_b, Купівельна спроможність рівні середніх потреб
",
"eeb2"   , "eeb2"   , 0.0006 , "Функція fun_ps_b, Заміщення товарів довготривалого вжитку
",
rbmi"   , "rbmi"   , 19.428 , "Функція fun_ps_b, Купів. спром. виникнення спож. ТрівДтВж.
",
};
```

Оператор з оголошенням статичного елемента M_element

Programator::parametr класу Ptoqramator, який містить опис параметрів моделі.

```
// Опис параметрів моделі.

// Ідентифікатори
// Математичні позначення.
// Заздалегідь вибрані значення.
// Словесний опис параметрів (коментарі)

const int Programator::PARAMETR_ROW = 108;
const M_element Programator::parametr[] =
{
"m01",      "v^~_1"      ,   0.22, "Відносна кількість робітників промислових підприємств", //1
"m02",      "v^~_2"      ,   0.10, "Відносна кількість власників малих промислових підприємств", //2
"m03",      "v^~_3"      ,   0.06, "Відносна кількість власників великих промислових підприємств", //3
"m04",      "v^~_4"      ,   0.16, "Відносна кількість робітників переробних підприємств", //4
"m05",      "v^~_5"      ,   0.05, "Відносна кількість власників малих переробних підприємств", //5
"m06",      "v^~_6"      ,   0.04, "Відносна кількість власників великих переробних підприємств", //6
"m07",      "v^~_7"      ,   0.24, "Відносна кількість пенсіонерів", //7
"m08",      "v^~_8"      ,   0.08, "Відносна кількість працівників освіти, культури, медицини", //8
"m09",      "v^~_9"      ,   0.05, "Відносна кількість службовців", //9
"alfa01",   "\\alpha_{1}" ,   1.00, "Ч.витр. на ос.сп. робітників промислових підприємств",
"alfa02",   "\\alpha_{2}" ,   0.20, "Ч.витр. на ос.сп. власників малих промислових підприємств",
"alfa03",   "\\alpha_{3}" ,   0.05, "Ч.витр. на ос.сп. власників великих промислових підприємств",
"alfa04",   "\\alpha_{4}" ,   1.00, "Ч.витр. на ос.сп. робітників переробних підприємств",
"alfa05",   "\\alpha_{5}" ,   0.20, "Ч.витр. на ос.сп. власників малих переробних підприємств",
"alfa06",   "\\alpha_{6}" ,   0.10, "Ч.витр. на ос.сп. власників великих переробних підприємств",
"alfa07",   "\\alpha_{7}" ,   1.00, "Ч.витр. на ос.сп. пенсіонерів",
"alfa08",   "\\alpha_{8}" ,   1.00, "Ч.витр. на ос.сп. працівників освіти, культури, медицини",
"alfa09",   "\\alpha_{9}" ,   1.00, "Ч.витр. на ос.сп. службовців",
"beta01",   "\\beta_{1}"  ,   0.00, "Ч.витр. на пер.в. робітників промислових підприємств",
"beta02",   "\\beta_{2}"  ,   0.30, "Ч.витр. на пер.в. власників малих промислових підприємств",
"beta03",   "\\beta_{3}"  ,   0.05, "Ч.витр. на пер.в. власників великих промислових підприємств",
"beta04",   "\\beta_{4}"  ,   0.00, "Ч.витр. на пер.в. робітників переробних підприємств",
"beta05",   "\\beta_{5}"  ,   0.30, "Ч.витр. на пер.в. власників малих переробних підприємств",
"beta06",   "\\beta_{6}"  ,   0.10, "Ч.витр. на пер.в. власників великих переробних підприємств",
"beta07",   "\\beta_{7}"  ,   0.00, "Ч.витр. на пер.в. пенсіонерів",
"beta08",   "\\beta_{8}"  ,   0.00, "Ч.витр. на пер.в. працівників освіти, культури, медицини",
"beta09",   "\\beta_{9}"  ,   0.00, "Ч.витр. на пер.в. службовців",
"gamma01",  "\\gamma_{1}" ,   0.00, "Ч.витр. на в.пот. робітників промислових підприємств",
"gamma02",  "\\gamma_{2}" ,   0.50, "Ч.витр. на в.пот. власників малих промислових підприємств",
"gamma03",  "\\gamma_{3}" ,   0.90, "Ч.витр. на в.пот. власників великих промислових підприємств",
"gamma04",  "\\gamma_{4}" ,   0.00, "Ч.витр. на в.пот. робітників переробних підприємств",
"gamma05",  "\\gamma_{5}" ,   0.50, "Ч.витр. на в.пот. власників малих переробних підприємств",
"gamma06",  "\\gamma_{6}" ,   0.80, "Ч.витр. на в.пот. власників великих переробних підприємств",
"gamma07",  "\\gamma_{7}" ,   0.00, "Ч.витр. на в.пот. пенсіонерів",
"gamma08",  "\\gamma_{8}" ,   0.00, "Ч.витр. на в.пот. працівників освіти, культури, медицини",
"gamma09",  "\\gamma_{9}" ,   0.00, "Ч.витр. на в.пот. службовців",
"sigma01",  "\\sigma_{1}" ,   1.00, "Плата за утиліза. робітників промислових підприємств",
"sigma02",  "\\sigma_{2}" ,   1.00, "Плата за утиліза. власників малих промислових підприємств",
"sigma03",  "\\sigma_{3}" ,   1.00, "Плата за утиліза. власників великих промислових підприємств",
"sigma04",  "\\sigma_{4}" ,   1.00, "Плата за утиліза. робітників переробних підприємств",
"sigma05",  "\\sigma_{5}" ,   1.00, "Плата за утиліза. власників малих переробних підприємств",
"sigma06",  "\\sigma_{6}" ,   1.00, "Плата за утиліза. власників великих переробних підприємств",
"sigma07",  "\\sigma_{7}" ,   1.00, "Плата за утиліза. пенсіонерів",
"sigma08",  "\\sigma_{8}" ,   1.00, "Плата за утиліза. працівників освіти, культури, медицини",
"sigma09",  "\\sigma_{9}" ,   1.00, "Плата за утиліза. службовців",
"sigma10",  "k^*_1"      ,   0.15, "Податок із ЗП робітників промислових підприємств", //46
"sigma11",  "k^*_2"      ,   0.15, "Податок із ЗП власників малих промислових підприємств", //47

```

"k03", //48	"k^*_{3}"	,	0.15,	"Податок із ЗП власників великих промислових підприємств",
"k04", //49	"k^*_{4}"	,	0.15,	"Податок із ЗП робітників переробних підприємств",
"k05", //50	"k^*_{5}"	,	0.15,	"Податок із ЗП власників малих переробних підприємств",
"k06", //51	"k^*_{6}"	,	0.15,	"Податок із ЗП власників великих переробних підприємств",
"k07", //52	"k^*_{7}"	,	0.15,	"Податок із ЗП пенсіонерів",
"k08", //53	"k^*_{8}"	,	0.15,	"Податок із ЗП працівників освіти, культури, медицини",
"k09", //54	"k^*_{9}"	,	0.15,	"Податок із ЗП службовців",
"xi1", ", //55	"\\xi_{1}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП робітників промислових підприємств",
"xi2", підприємств", //56	"\\xi_{2}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП власників малих промислових підприємств",
"xi3", підприємств", //57	"\\xi_{3}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП власників великих промислових підприємств",
"xi4", ", //58	"\\xi_{4}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП робітників переробних підприємств",
"xi5", підприємств", //59	"\\xi_{5}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП власників малих переробних підприємств",
"xi6", підприємств", //60	"\\xi_{6}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП власників великих переробних підприємств",
"xi7", ", //61	"\\xi_{7}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП пенсіонерів",
"xi8", ", //62	"\\xi_{8}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП працівників освіти, культури, медицини",
"xi9", ", //63	"\\xi_{9}"	,	0.15,	"Податок на ФЗП службовців",
"kara1", ", //64	"\\kappa_1"	,	0.15,	"Податок на дохід робітників промислових підприємств",
"kara2", підприємств", //65	"\\kappa_2"	,	0.15,	"Податок на дохід власників малих промислових підприємств",
"kara3", підприємств", //66	"\\kappa_3"	,	0.15,	"Податок на дохід власників великих промислових підприємств",
"kara4", ", //67	"\\kappa_4"	,	0.15,	"Податок на дохід робітників переробних підприємств",
"kara5", підприємств", //68	"\\kappa_5"	,	0.15,	"Податок на дохід власників малих переробних підприємств",
"kara6", підприємств", //69	"\\kappa_6"	,	0.15,	"Податок на дохід власників великих переробних підприємств",
"kara7", ", //70	"\\kappa_7"	,	0.15,	"Податок на дохід пенсіонерів",
"kara8", ", //71	"\\kappa_8"	,	0.15,	"Податок на дохід працівників освіти, культури, медицини",
"kara9", ", //72	"\\kappa_9"	,	0.15,	"Податок на дохід службовців",
"d01",	"d^*_1"	,	2500,	"ЗП робітників промислових підприємств", //73
"d02",	"d^*_2"	,	0.0,	"ЗП власників малих промислових підприємств", //74
"d03",	"d^*_3"	,	0.0,	"ЗП власників великих промислових підприємств", //75
"d04",	"d^*_4"	,	2150,	"ЗП робітників переробних підприємств", //76
"d05",	"d^*_5"	,	0.0,	"ЗП власників малих переробних підприємств", //77
"d06",	"d^*_6"	,	0.0,	"ЗП власників великих переробних підприємств", //78
"d07",	"d^*_7"	,	1200,	"ЗП пенсіонерів", //79
"d08",	"d^*_8"	,	3500,	"ЗП працівників освіти, культури, медицини", //80
"d09",	"d^*_9"	,	2100,	"ЗП службовців", //81
"z01",	"z_1(t_0)"	,	3000,	"Початкові умови z01", //82
"z02",	"z_2(t_0)"	,	12000,	"Початкові умови z02", //83
"z03",	"z_3(t_0)"	,	18000,	"Початкові умови z03", //84
"z04",	"z_4(t_0)"	,	3000,	"Початкові умови z04", //85
"z05",	"z_5(t_0)"	,	10000,	"Початкові умови z05", //86
"z06",	"z_6(t_0)"	,	19000,	"Початкові умови z06", //87
"z07",	"z_7(t_0)"	,	3000,	"Початкові умови z07", //88
"z08",	"z_8(t_0)"	,	4000,	"Початкові умови z08", //89
"z09",	"z_9(t_0)"	,	6000,	"Початкові умови z09", //90
"p_A",	"p_A(t_0)"	,	12,	"Початкові умови p_A", //91
"p_B",	"p_B(t_0)"	,	21,	"Початкові умови p_B", //92
"xii",	"\\xi(t_0)"	,	40,	"Початкові умови xii", //93
"teta_a",	"\\theta_a"	,	0.2e-7,	"Інерційність a", //94
"teta_b",	"\\theta_b"	,	0.2e-7,	"Інерційність b", //95
"lambda01", //96	"\\lambda^*_{1}"	,	0.15,	"Накладні ВВ робітників промислових підприємств",
"lambda02", //97	"\\lambda^*_{2}"	,	0.15,	"Накладні ВВ власників малих промислових підприємств",
"lambda03", //98	"\\lambda^*_{3}"	,	0.15,	"Накладні ВВ власників великих промислових підприємств",

```

"lambda04", "\\lambda^{4}", 0.15, "Накладні ВВ робітників переробних підприємств",
//99
"lambda05", "\\lambda^{5}", 0.15, "Накладні ВВ власників малих переробних підприємств",
//100
"lambda06", "\\lambda^{6}", 0.15, "Накладні ВВ власників великих переробних підприємств",
//101
"lambda07", "\\lambda^{7}", 0.15, "Накладні ВВ пенсіонерів",
//102
"lambda08", "\\lambda^{8}", 0.15, "Накладні ВВ працівників освіти, культури, медицини",
//103
"lambda09", "\\lambda^{9}", 0.15, "Накладні ВВ службовців",
//104
"lambda_", "\\lambda", , 0.14, "Утворення решток в А", //105
"lambdaa", "\\lambda^-" , 0.12, "Утворення решток в А", //106
"derg_za", "d" , 1, "Державне замовлення", //108
"samooch", "\\eta" , 1, "Самоочищення" //108
};

```

Приклад програми класу Programator

```

/*-----19.08.2014 9:17-----
 * Оголошує основну кількість параметрів
 * -----*/
void Programator::init_param(const char * name_init_param_m)
{
    // файл програми
    ofstream mmm;
    mmm.open(name_init_param_m, ios::translated | ios::out);
    if(!mmm)
    {
        cerr << "void Programator::init_param(const char * name_init_param_m)\n";
    }

    mmm << "% =====\n"
        "% name_init_param_m\n"
        "% Файл " <<name_init_param_m<< " створений автоматично для ПЗ моделі " << name <<
"\n\n"
        "% Параметри моделі (крім параметрів у функціях)\n"
        "% =====\n\n";

    mmm << "% =====\n";

    for (int i=0; i < PARAMETR_ROW; i++)
    {
        mmm << "global " << parametr[i].iden << "; \t"
            << parametr[i].iden << " = " << parametr[i].valu << "; \t\t"
            << "% " << parametr[i].opys << " \n";

        mmm << "global " << parametr[i].iden << "_p; \t"
            << parametr[i].iden << "_p = " << MIN * parametr[i].valu << "; \t"
            << "% Найменше\n";

        mmm << "global " << parametr[i].iden << "_k; \t"
            << parametr[i].iden << "_k = " << MAX * parametr[i].valu << "; \t"
            << "% Найбільше\n\n";
    }
    mmm << "% =====\n\n";

    // Ідентифікатори параметрів
    mmm << "% =====\n"
        "% Назви параметрів\n"
        "% =====\n";
    mmm << NAZVY_PARAMETRIV << " = {\n";
    for ( i=0; i < PARAMETR_ROW; i++)
    {
        mmm << "' " << parametr[i].iden << ", \t% " << i+1 << "\n";
    }
    mmm << " };\n";
    mmm << "% =====\n\n\n";

    // Каталоги параметрів
    mmm << "% =====\n"
        "% Назви каталогів для параметрів\n"
        "% =====\n";
    mmm << "dir_ " << NAZVY_PARAMETRIV << " = {\n";
    for ( i=0; i < PARAMETR_ROW; i++)
    {
        mmm << "'dir_ " << parametr[i].iden << ", \t% " << i+1 << "\n";
    }
    mmm << " };\n";
    mmm << "% =====\n\n\n";

    // SYMVOLY_PARAMETRIV
    mmm << "% =====\n"
        "% Математичні позначення символів параметрів\n"
        "% =====\n";
    mmm << SYMVOLY_PARAMETRIV << " = {\n";
    for ( i=0; i < PARAMETR_ROW; i++)
    {
        mmm << "' " << parametr[i].symv << ", \t% " << i+1 << "\n";
    }
    mmm << " };\n";
    mmm << "% =====\n\n\n";

```



```

// index_loop Індексів циклу (кожого окремо)
mmm << "% =====\n"
      "% Ідекси циклу\n"
      "% =====\n";
for ( i=0; i < PARAMETR_ROW; i++)
{
  mmm << "idd_loop_" << parametr[i].iden << " \t = 0; \t%" << i+1 << " \t" <<
parametr[i].opys << "\n";
}
mmm << "% =====\n\n\n";

// index_loop Масив індексів циклу
mmm << "% =====\n"
      "% Масив індексів циклу\n"
      "% =====\n";
mmm << INDEX_LOOP << " = {\n";
for ( i=0; i < PARAMETR_ROW; i++)
{
  mmm << "idd_loop_" << parametr[i].iden << ", \t%" << i+1 << "\n";
}
mmm << " };\n";
mmm << "% =====\n\n\n";

// Масив назв (ідентифікаторів) динамічних змінних
mmm << "% =====\n"
      "% Назви динамічних змінних\n"
      "% =====\n";
mmm << NAZVY_DY_ZMINN << " = {\n";
for ( i=0; i < DY_ZMINN_ROW; i++)
{
  // mmm << "" << dy_zminn[i].iden << ", \t%" << i+1 << "\n";
  mmm << "" << dy_zminn[i].opys << ", \t%" << i+1 << "\n";
}
mmm << " };\n";
mmm << "% =====\n\n\n";

// Масив назв (ідентифікаторів) динамічних змінних
mmm << "% =====\n"
      "% Символи динамічних змінних\n"
      "% =====\n";
mmm << SYMVOLY_DY_ZMINN << " = {\n";
for ( i=0; i < DY_ZMINN_ROW; i++)
{
  mmm << "" << dy_zminn[i].symv << ", \t%" << i+1 << "\n";
}
mmm << " };\n";
mmm << "% =====\n\n\n";

// Масив назв (ідентифікаторів) динамічних змінних
mmm << "% =====\n"
      "% Ідекси динамічних змінних\n"
      "% =====\n";
// mmm << NAZVY_DY_ZMINN << " = {\n";
for ( i=0; i < DY_ZMINN_ROW; i++)
{
  mmm << "global i_" << dy_zminn[i].iden << "; \t"
    << "i_" << dy_zminn[i].iden << " = \t" << i+1 << "; \t%"
    << dy_zminn[i].opys << "\n";
}
// mmm << " };\n";
mmm << "% =====\n\n\n";

mmm << "% =====\n"
      "% Зарплата в натуральних одиницях !!!\n"
      "% =====\n";

mmm <<
" % Зарплату переводимо в натуральны одиниці\n"
" % koef_no = 40;\n"
" % d01 = d01/koef_no; d01_p = d01_p/koef_no; d01_k = d01_k/koef_no;\n"
" % d02 = d02/koef_no; d02_p = d02_p/koef_no; d02_k = d02_k/koef_no;\n"
" % d03 = d03/koef_no; d03_p = d03_p/koef_no; d03_k = d03_k/koef_no;\n"
" % d04 = d04/koef_no; d04_p = d04_p/koef_no; d04_k = d04_k/koef_no;\n"
" % d05 = d05/koef_no; d05_p = d05_p/koef_no; d05_k = d05_k/koef_no;\n"
" % d06 = d06/koef_no; d06_p = d06_p/koef_no; d06_k = d06_k/koef_no;\n"
" % d07 = d07/koef_no; d07_p = d07_p/koef_no; d07_k = d07_k/koef_no;\n"
" % d08 = d08/koef_no; d08_p = d08_p/koef_no; d08_k = d08_k/koef_no;\n"
" % d09 = d09/koef_no; d09_p = d09_p/koef_no; d09_k = d09_k/koef_no;\n";
mmm << "% =====\n\n\n";

```

```

mmm << "% =====\n"
      "% Абсолютна кількість членів груп !!!\n"
      "% =====\n";

mmm <<
" % nnn = 1.0773; % Кількість населення (млн, ст.226, 2012р.) \n"
" % global n01; n01 = nnn * m01; % робітників промислових підприємств \n"
" % global n02; n02 = nnn * m02; % власників малих промислових підприємств \n"
" % global n03; n03 = nnn * m03; % власників великих промислових підприємств \n"
" % global n04; n04 = nnn * m04; % робітників переробних підприємств \n"
" % global n05; n05 = nnn * m05; % власників малих переробних підприємств \n"
" % global n06; n06 = nnn * m06; % власників великих переробних підприємств \n"
" % global n07; n07 = nnn * m07; % пенсіонерів \n"
" % global n08; n08 = nnn * m08; % працівників освіти, культури, медицини \n"
" % global n09; n09 = nnn * m09; % службовців \n";

mmm << "% =====\n\n\n";

mmm << "% =====\n"
      "% Нормування часток кількості груп !!!\n"
      "% =====\n";

mmm << "% norm_v14; % Нормування часток кількості груп\n";
mmm << "% =====\n\n\n";

mmm.close();
return ;
}

```

ДОДАТОК Г
ДОВІДКИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
Додаток Г1



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46020; тел./факс +380 (352) 475051;
www.tneu.edu.ua; rektor@tneu.edu.ua; код ЄДРПОУ 33680120

№ _____

« 30 » 11 2016 р.

На № _____

ЗАТВЕРДЖЕНО

Перший проректор Тернопільського
національного економічного університету,

_____ Шинкаренко М.І.



ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи
Буяк Лесі Михайлівни

на тему «Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням економічної
кластеризації»

на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю
08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці
у навчальний процес

Розроблені в дисертаційній роботі Буяк Л.М. науково-теоретичні положення та практичні рекомендації впроваджені кафедрою економічної кібернетики та інформатики в робочі програми і навчально-методичні комплекси таких дисциплін: «Моделювання економіки»; «Моделі ринкової економіки»; «Моделі економічної динаміки»; «Моделі та технології прийняття управлінських рішень» та при виконанні курсових та дипломних робіт для студентів за спеціальністю «Економічна кібернетика».

Застосування матеріалів дисертаційного дослідження Буяк Л.М. в навчальному процесі дало змогу адаптувати перелічені вище дисципліни до сучасних тенденцій розвитку економіки, поглибити їх теоретико-методичні основи та в кінцевому підсумку - підвищити якість підготовки фахівців.

Заст. зав. каф. економічної
кібернетики та інформатики,
к.фіз.-мат.н., доцент

_____ THEU

Р.М. Пасічник

№ 126-29/2409 від 30.11.2016



Додаток Г2

УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬСЬКА МІСЬКА РАДА



UKRAINE
TERNOPIL CITY COUNCIL

УПРАВЛІННЯ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТА

CITY STRATEGIC DEVELOPMENT DEPARTMENT

Україна, 46001 м. Тернопіль, вул. Листопадава, 5
тел. +380352253780 тел./факс: +380352525980
код ЄДРПОУ 37710766
ел. адреса: usrm.mr@gmail.com

5, Lystopadova St., Ternopil, 46001, Ukraine
tel. +380352253780 tel./fax: +380352525980
Code 37710766
e-mail: usrm.mr@gmail.com

Від « 24 » 4 2016 р.
№ 605/2

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Буяк Лесі Михайлівни

Результати дисертаційного дослідження на тему «Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням суспільної кластеризації», підготовленого для захисту на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці передбачається використовувати управлінням стратегічного розвитку міста Тернопільської міської ради на 2017 рік. Зокрема, завдяки запропонованій економіко-математичній моделі розкрито закономірності державного регулювання за умов ринкової економіки.

Взято до уваги комплекс антикризових заходів щодо управління в низькопродуктивній економіці. Регулювання приватної економіки з допомогою конкуренції з державною, вексельне кредитування за умов низької фінансової спроможності виробників, кооперація у виробництві, подолання монопольності як засобу економічної замкнутості, подолання тіньової економіки.

Враховані пропозиції дисертанта стосовно особливостей інвестування в низькопродуктивну економіку.

Начальник управління



Ю.П. Дейнека

Додаток ГЗ



Державний ощадний банк України

Публічне акціонерне товариство

Філія - Тернопільське обласне управління
Україна, 46001, м. Тернопіль,
Майдан Воли, 2
тел.: (0352) 47-54-75, факс: (0352) 47-54-64
Код ЄДРПОУ 09338500

25.11.2016 № 09-08/484/3353

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Буяк Лесі Михайлівни

Результати дисертаційного дослідження на тему «Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням суспільної кластеризації», підготовленого для захисту на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці, передбачають використання філією-Тернопільське обласне управління АТ «Ощадбанк» питання ефективної взаємодії банківського та промислового секторів економіки, що пов'язані між собою як системою кредитування, так і заощадженням фінансових ресурсів.

Результати дослідження дають засоби для дослідження закономірностей паритетності відносин між виробничим і банківським секторами економіки. Зокрема, можливість визначити основні показники ефективності діяльності підприємства: собівартість товару, дохідність підприємства, його фондівдачу, дохід банку, його дохідність й фондівдачу та інші.

Враховано пропозиції щодо планування роботи банківського сектору на ринку іпотечних кредитів та для державного регулювання цього ринку.

Взято до уваги рекомендації щодо вексельних відносин.

Заступник начальника філії-Тернопільське
обласне управління АТ «Ощадбанк» -
начальник відділу інформаційних технологій

М.І. Світлик

Додаток Г4

ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСНА
ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

УПРАВЛІННЯ
МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА
ТА ФАНДРАЙЗИНГУ



УКРАЇНА

46021, вул. Грушевського, 8 м. Тернопіль,
тел/факс (0352) 52 26 32, 52 08 65, 25 38 64

TERNOPIL REGIONAL STATE
ADMINISTRATION

DEPARTMENT
OF FOREIGN RELATIONS
AND FUNDRAISING

8, Hrushevskiy Street, Ternopil 46021
tel/fax (0352) 52 26 32, 52 08 65, 25 38 64

Код ЄДРПОУ 40388526 E-mail: internationalrelations.te@gmail.com

23.11.2016 № 364-5/04-10
На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження, виконаного
здобувачем кафедри економічної кібернетики та інформатики
Тернопільського національного економічного університету
Буяк Лесею Михайлівною
на тему «Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням
суспільної кластеризації»
на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні
технології в економіці

Результати дисертаційного дослідження Буяк Лесі Михайлівни є науково обгрунтованими та використовуються у практичній діяльності Управління міжнародного співробітництва та фандрайзингу обласної державної адміністрації.

Зокрема пропозиції дисертанта використовуються щодо досліджень української зовнішньоекономічної політики та активного залучення регіону до європейських інтеграційних процесів, що характеризуються широким спектром зв'язків і передбачають торговельно-інвестиційне, регіональне співробітництво, надання технічної допомоги.

Для дослідження базових макроекономічних процесів що відбуваються у Європейському Союзі, і їх вплив на економіку України, в разі її подальшого зближення з економікою Заходу, використовується розроблений у дослідженні комплекс математичних моделей господарства України в контексті її розміщення між Сходом і Заходом. На їх основі розкрито важливі закономірності щодо сучасних зовнішньоекономічних відносин. Показано, на скільки зміниться економічна структура суспільства після початку зближення економіки України з економікою Євросоюзу.

Управлінням міжнародного співробітництва та фандрайзингу обласної державної адміністрації взято до уваги закономірність описану з погляду подолання наслідків кризи бюджетних платежів та з погляду регулювання трудової еміграції.

Начальник управління



В.В. СІКІРИНСЬКИЙ

Додаток Г5

**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ФГ НАУКОВО-
ВИРОБНИЧЕ ОБ'ЄДНАННЯ «МРІЯ»**

48257, Тернопільська область, Гусятинський район, с. Васильківці, вул. Незалежності, 68А
р/р 26006200641078 в АКБ «Сітібанк» м. Київ МФО 300584
Код ЄДРПОУ 36145713, ПІН 361457119043

№ 137/2

21 09 2016р.

ДОВІДКА

**про впровадження результатів наукового дослідження,
виконаного здобувачем кафедри економіко-математичних методів
Тернопільського національного економічного університету
Буяк Лесею Михайлівною
на тему «Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням суспільної
кластеризації»
на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук
за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в
економіці**

Результати дисертаційного дослідження *Буяк Лесі Михайлівни* є науково обґрунтованими та використовуються у практичній діяльності Агрохолдингу «МРІЯ».

Зокрема пропозиції дисертанта використовуються щодо дослідження процесів формування та функціонування ринку землі, зокрема ринку землі сільськогосподарського призначення, його специфіки, особливостей, механізмів підвищення ефективності та принципів і методів оцінювання вартості земельних ділянок.

На основі моделі економіки з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення у розширеній системі показників економічної структури суспільства, цін на товари і землю, площ земельних ділянок, які належать відповідним категоріям власників розкрито загальні тенденції ринку ЗСП, з'ясування відносин між суб'єктами ринку і впливу елементів суспільства, які складають його структуру, на ринок ЗСП. Крім того, модель дозволяє відтворити закономірності формування ринкових цін на землю та сільськогосподарську продукцію, що, у свою чергу, впливають на загальні процеси ціноутворення та поведінку суб'єктів ринку. Деталізація економічної структури суспільства, яка представлена відповідними суспільними групами, приводить до більш точних, у плані відображення реальної дійсності, результатів дослідження ринку землі.

Взято до уваги можливість різних напрямів розвитку сільського господарства, зокрема об'єктивність на економічну ефективність збереження середніх аграрних підприємств.

Директор



Галела М. П.

Додаток Г6



ДОБРА ВОДА™

ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО

47242, с. Млинівці, Зборівський р-н, Тернопільська обл..т/факс (03540)2-30-42;(03540)2-30-95

Вих.№133 від 16.11.2016

**ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційної роботи**

Буяк Лесі Михайлівни

на тему «Математичні моделі економічної динаміки з урахуванням економічної кластеризації»

на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.11 - математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Результати дисертаційного дослідження Буяк Лесі Михайлівни, передбачають використання ПрАТ «Добра вода» при підготовці виробничої програми та програми економічного розвитку. Зокрема, завдяки запропонованій економіко-математичній моделі розкрито основні економічні закономірності ціноутворення на оптовому і споживчому ринках, актуальні для сучасної економіки.

Взято до уваги рекомендації дисертанта стосовно тенденції щодо запобігання дестабілізації ціноутворення на споживчому ринку. Враховано пропозиції про необхідність вдосконалення маркетингових планів монопольних постачальників товарів на споживчі ринки, покращення торгових зв'язків ринкових посередників з іноземними виробниками, запобігання інформаційних акцій, спрямованих на формування тимчасового ажіотажного попиту на споживчі товари.

Враховані пропозиції дисертанта стосовно особливостей іноземного інвестування у виробництво.

Голова дирекції
ПрАТ «Добра вода»



Б.І. Федорович