



Системний аналіз та менеджмент соціально-економічних систем в умовах нестабільності та цифрової трансформації: моделі та методи

*Системний аналіз та менеджмент
соціально-економічних систем
в умовах нестабільності
та цифрової трансформації:
моделі та методи*

***Системний аналіз та менеджмент
соціально-економічних систем
в умовах нестабільності
та цифрової трансформації:
моделі та методи***

Монографія

За редакцією

В. Пономаренка

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Т. Шабельник

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Д. Жерліцина

Інститут підприємництва,

Університет національного і світового господарства, Софія, Болгарія

С. Турлакової

Інститут економіки промисловості Національної академії наук України

БАРМП

Софія—Харків

2025

УДК 33.012.2:004.94

A 75

*Рекомендовано до друку вченою радою
Харківського національного економічного університету
імені Семена Кузнеця*

(протокол № 6 від 4 березня 2025 р.)

Рецензенти: **Чичкарьов Євген** – докт. техн. наук, професор, професор кафедри штучного інтелекту Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій (м. Київ)
Федосова Ірина – докт. пед. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (м. Дніпро)

A 75 Системний аналіз та менеджмент соціально-економічних систем в умовах нестабільності та цифрової трансформації: моделі та методи / За ред. В. Пономаренка, Т. Шабельник, Д. Жерліцина, С. Турлакової – Софія, УНСЕ, Харків, ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2025. – 300 с. Укр. мова, болг. мова, англ. мова.
ISBN 978-954-9827-22-4

Авторський колектив: Пономаренко В.С., д.е.н., проф., ректор – вступ; Брюховецька Н. Ю., д.е.н., проф. – п.3.2; Булеєв І.П., д.е.н., проф. – п.3.3; Буртняк І.В., д.е.н., проф. – п.2.3; Даніч В.М., д.е.н., проф. – п.3.1; Жерліцин Д.М., д.е.н., проф. – вступ; Турлакова С.С., д.е.н., проф. – п.1.5; Шабельник Т.В., д.е.н., проф. – п.1.3; Артеменко В.Б., к.е.н., доц. – п.1.1; Бриль І.В., к.е.н. – п.3.3; Кушнір О.С., к.е.н., викл. – п.2.3; Логвіненко Б.І., к.е.н. – п.3.4; Мельников О.С., к.е.н., доц. – п.2.4; Панасенко О.В., к.е.н., доц. – п.1.2; Пілько А.Д., к.е.н., доц. – п.2.1; Соколовський Д.Б., к.е.н., с.н.с. – п.2.5; Солодучін С.В., к.е.н., доц. – п.1.4; Хорошун В.В., к.е.н., доц. – п.1.4; Шпирко В.В., к.е.н., доц. – п.2.2; Чорна О.А., к.е.н., с.н.с. – п.3.2; Яценко Р.М., к.е.н., доц. – п.3.5; Максименко А.Д., асп. – п.3.1; Порохнавець А.А., асп. – п.3.5; Артеменко О.В., маг. – п.1.1; Олійник Ю.Є., маг. – п.2.2; Стрілець Р.О., маг. – п.2.2; Тимошенко О., бак. – п.1.2; Чепига Б.Т., бак. – п.2.1.

У монографії розглянуто інструментальні засоби системного аналізу та менеджменту для вирішення складних проблем управління соціально-економічними та фінансовими системами, а також управління ризиками в умовах посилення глобальної нестабільності, виникнення додаткових загроз, суттєвих трансформацій і турбулентності ринків. Особливу увагу приділено моделям оцінювання ефективності економічної політики, аналізу ринку праці, управлінню підприємствами та розвитку смартпромисловості, а також моделюванню впливу волатильності обмінного курсу на макроекономічні показники, оцінюванню інвестиційної привабливості, ціноутворенню деривативів і прийняттю рішень на основі застосування штучного інтелекту, машинного навчання та Data Science.

ISBN 978-954-9827-22-4

© Колектив авторів, 2025

Зміст

Вступ	7
Глава 1. Актуальні проблеми моделювання соціально-економічних систем на макро, мезо та мікро рівні	11
1.1. Моделі оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави в контексті якості життя	13
1.2. Модель кластерного аналізу ринку праці України	31
1.3. Методологічні особливості ринкового управління фармацевтичним підприємством	43
1.4. Специфікація та параметризація моделей масової поведінки у зовнішньому та внутрішньому середовищах підприємств	73
1.5. Концептуальні положення щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості	85
Глава 2. Методи та моделі системного аналізу фінансових систем	105
2.1. Моделювання впливу волатильності обмінного курсу на макроекономічні показники.....	107
2.2. Моделі оцінки інвестиційної привабливості регіонів України	127
2.3. Дослідження ціноутворення деривативів за допомогою спектрального аналізу.....	141
2.4. Оптимізація тривалості тендеру за випадкової кількості учасників.....	153

2.5. Умови виникнення «Дилеми в'язня» в моделі «Гонка поступок».....	169
--	-----

Глава 3. Цифрова трансформація та захист даних соціально-економічних систем	185
--	------------

3.1. Цифрова трансформація, виклики та стратегії покращення кібербезпеки.....	187
3.2. Еволюція бізнес-моделей підприємств за умов цифровізації.....	195
3.3. Формування цифрових компетенцій співробітників.....	221
3.4. Маніпуляція в епоху штучного інтелекту: виклики та можливості.....	235
3.5. Аналіз сучасних методів оптимізації інвестиційного портфеля	249

Відомості про авторів і анотації	267
---	------------

Зміст на болгарській мові	275
----------------------------------	------------

Відомості про авторів і анотації на болгарській мові	279
---	------------

Зміст на англійській мові	289
----------------------------------	------------

Відомості про авторів і анотації на англійській мові	293
---	------------

Вступ

Динамічний розвиток сучасних соціально-економічних систем у поєднанні з цифровою трансформацією характеризується значною нестабільністю глобального економічного середовища, що породжує певну міру невизначеності, нові ризики та загрози, які складно прогнозуються та керуються. Наявність таких процесів обумовлює необхідність у переосмисленні існуючих механізмів в управлінні складними соціально-економічними системами та в розробці більш сучасного або удосконаленні існуючого модельного інструментарію здатного забезпечити ефективний розвиток соціально-економічних систем на макро, мезо та мікро рівнях.

У першому розділі «Актуальні проблеми моделювання соціально-економічних систем на макро, мезо та мікро рівні» розглядаються моделі оцінки та аналізу ефективності економічної політики держави на основі синтетичних індикаторів якості життя (СІЯЖ). Представлено моделі регресії вибору детермінант економічної політики держави для аналізованих СІЯЖ на прикладі восьми країн, у тому числі України, результати яких свідчать про те, що на засадах аналізу динаміки визначених українських СІЯЖ і детермінант можна виявляти ключові напрями корегування економічної політики держави для підвищення якості життя громадян України.

Розглянуто особливості розвитку ринку праці України в умовах воєнного стану. Проаналізовано особливості методів кластерного аналізу та побудовано модель кластерного аналізу ринку праці України, яка дозволяє впровадити систематизацію сфер діяльності за допомогою класифікації у три чітко визначені кластери, базуючись на ряді ключових показників.

Також у розділі досліджено методологічні особливості ринкового управління фармацевтичним підприємством, зокрема виділено законодавчі, технологічні, соціальні, психологічні, економічні особливості фармацевтичних товарів та визначено їх позитивний і негативний вплив на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним

підприємством. Висвітлено переваги та недоліки сучасних методів ринкового управління фармацевтичним підприємством з урахуванням визначених особливостей фармацевтичних товарів.

Розглянуто актуальні питання проектування моделей стадної поведінки, що враховують специфіку досліджуваної предметної області. Досліджено такі особливості як: формування набору змінних моделі, визначення ступеня агрегації вихідних даних, визначення математичного вигляду моделі, формування часових рядів для розрахунку коефіцієнтів моделі.

У другому розділі «Методи та моделі системного аналізу фінансових систем» запропоновано підхід до вирішення проблеми оцінки впливу волатильності валютного курсу на економічний розвиток для оптимізації процесів оцінки та аналізу впливу волатильності валютного курсу на макроекономічні показники та формування стратегії управління макроекономічною та борговою політикою держави.

Запропоновано методологію оцінювання інвестиційної привабливості регіонів України з урахуванням економічних, соціальних, інфраструктурних, політичних та інших чинників, яка передбачає визначення ключових показників, розробку моделей для оцінки окремих складових інвестиційного потенціалу.

Удосконалено методику знаходження вартості подвійного бар'єрного опціону, який відповідає дифузійному процесу, яка значно полегшує статистичну оцінку параметрів в процесі моніторингу ціноутворення деривативів та дослідження поведінки волатильності для аналізу дохідності та прийняття стратегічних управлінських рішень щодо здійснення операцій на фондовому ринку.

Досліджено вплив тривалості тендеру на очікувані результати замовнику торгів та розроблено математичну модель, яка формалізує оптимальну тривалість процесу торгів.

На основі теоретико-ігрової моделі, розглянуто цільові функції поведінки уряду: обсяг інвестицій, доходи бюджету і їх поєднання, для яких розраховано умови коли «Гонка поступок» є різновидом «Дилеми в'язня». Запропоновано концепцію інвестиційно-податкової рівноваги як ситуації, в якій усі економіки є рівними для інвестора.

У третьому розділі «Цифрова трансформації та захист даних соціально-економічних систем» досліджено вплив цифрової трансформації на сучасні сфери життя, такі як охорона здоров'я, промисловість, фінанси та державні послуги та запропоновано комплексний підхід, який включає технічні, організаційні та правові заходи для ефективного захисту даних та інформаційної інфраструктури в різних сферах.

Досліджено концепцію бізнес-моделювання та надано класифікацію бізнес-моделей за видами, підходами до формування, напрямом розвитку бізнесу, змістом і фокусом уваги. Обґрунтовано доцільність впровадження бізнес-моделей, заснованих на цифрових технологіях.

Обґрунтовано основні аспекти формування цифрових компетенцій співробітників. Розглянуто нормативне регулювання цифрового розвитку та основну термінологію цифрових компетенцій. Досліджено мету використання Рамки цифрових компетенцій. Удосконалено структуру базових елементів цифрових компетенцій співробітників.

Запропоновано прикладний програмний інтерфейс як метод моніторингу даних соціальних мереж для досліджень у поведінковій економіці, алгоритм якого дозволяє збирати репрезентативну базу даних, аналізувати контент та ітерації користувачів соціальних мереж.

Досліджено питання економічних взаємодій між користувачами та програмними продуктами, що базуються на штучному інтелекті, та проаналізовано їх вплив на користувачів.

Колектив авторів монографії є учасником XV Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем” (11-12 квітня 2024 р.), мета якої полягає у обговоренні наукових та практичних проблем економіко-математичного моделювання. Загальну редакцію змісту монографії здійснили проф. В. С. Пономаренко, проф. Т. В. Шабельник, проф. Д. М. Жерліцин, С.С. Турлакова; технічна та стилістична редакція – доц. Р. М. Яценко.

Глава 1

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ НА МАКРО, МЕЗО ТА МІКРО РІВНІ

Моделі оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави в контексті якості життя

Артеменко О. В.
к. е. н., доц. Артеменко В. Б.
ТОВ Гоу Ту-Ю Україна (Львів)

Вступ

Ефективність економічної політики держави можна оцінювати на засадах економічних і соціальних критеріїв оцінки, які безумовно взаємозв'язані і взаємозалежні. Тому бажано мати порівняно невелику кількість таких критеріїв оцінки (найкраще – єдиний критерій оцінки), за допомогою яких можна було б оцінити ефективність економічної політики держави, але пошук таких критеріїв триває. Аналіз підходів до розв'язання цієї проблеми показує, що пріоритетним напрямом є підхід, який ґрунтується на концепції якості життя, а саме – побудові та використанні зведених індикаторів якості життя.

Аналіз світового та вітчизняного досвіду щодо побудови та практичного використання зведених індикаторів якості життя [1-13] свідчить, з одного боку, про різноманітність підходів до побудови та інтерпретації цих індикаторів, а з іншого боку, про наявність методологічних та методичних проблем у цій галузі. До них, зокрема, можна віднести наступні.

1. Проблема визначення складу зведених індикаторів і наборів часткових критеріїв, у тому числі параметрів економічної політики держави, які достатньо повно характеризують зведені або синтетичні

(латентні) ознаки якості життя. При цьому серед часткових критеріїв є як статистичні показники, так і експертні оцінки.

2. Проблема побудови зведених індикаторів якості життя за допомогою агрегування часткових критеріїв якості життя у формі єдиного індикатора. Практично всі розглянуті в [1-13] методики реалізуються шляхом обчислення функцій, що об'єднують часткові критерії $(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)})$ – статистично реєстровані показники та експертні оцінки), на основі такого лінійного виду функції f :

$$f(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}) = \sum_{j=1}^p w_j x^{(j)}, \quad (1)$$

де ваги w_j ($j = 1, 2, \dots, p$) визначаються експертами, тобто суб'єктивно, або за допомогою факторного аналізу, зокрема методу головних компонент. Деколи побудова функції f здійснюється шляхом обчислення середньо геометричного часткових критеріїв.

Важливу роль у розв'язанні проблеми 2 відіграє розроблення методики відбору з апіорного набору часткових критеріїв $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$, одержаних під час розв'язання проблеми 1, відносно невеликого числа $p'(p' < p)$ часткових критеріїв, які відіграють головну роль у формуванні значень аналізованого зведеного індикатора якості життя. Тобто йдеться про методику формування редукованого (апостеріорного) набору часткових критеріїв, які відбираються для подальшого аналізу з апіорного переліку часткових критеріїв $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$.

В світлі цього наше дослідження спрямоване на висвітлення методичних підходів до формування редукованих наборів даних (пояснювальних змінних або параметрів) економічної політики держави, які найбільше впливають на якість життя. Для вибору цих редукованих наборів пропонуються відповідні регресійні моделі. За допомогою цих моделей вимірюється певний синтетичний індикатор якості життя (СІЯЖ) на підставі невеликої кількості пояснювальних змінних-детермінант економічної політики держави, вибраних для подальшого аналізу таким чином, щоб ці змінні дійсно характеризували аналізований СІЯЖ.

Отож, мета цієї роботи – висвітлити методичні підходи до розроблення та використання регресійних моделей оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави з допомогою системи

синтетичних індикаторів якості життя. Запропоновані методичні підходи розглядаються на прикладі восьми країн для таких синтетичних індикаторів: якість населення, добробут населення, якість соціальної сфери та синтетичний індикатор найвищого рівня агрегації – якість життя. Отримані результати свідчать, що деякі ключові параметри економічної політики аналізованих держав, у т.ч. України, можна вважати детермінантами підвищення якості життя.

Наші підходи до розробки та практичного використання моделей оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави в контексті якості життя ґрунтуються на постановці та розв'язанні таких завдань [14]:

1) визначити склад результуючих СІЯЖ як критеріїв інтегральної оцінки ефективності економічної політики держави на прикладі аналізованих країн, у т.ч. України;

2) визначити для кожного СІЯЖ апіорні набори даних (пояснювальних змінних), які характеризують економічну політику держави;

3) побудувати для кожного СІЯЖ регресійну модель оцінки ефективності економічної політики держави на базі вибору детермінант із апіорного набору пояснювальних змінних;

4) проаналізувати динаміку українських СІЯЖ та їхніх детермінант для виявлення проблемних сфер у соціально-економічному розвитку України.

Наше дослідження базується на методиці, яка відрізняється від побудови синтетичних індикаторів якості життя шляхом обчислення функцій (1), які об'єднують часткові критерії [див., наприклад 7, 11, 13]. Ми використовуємо СІЯЖ, які вже відомі. Ми прагнемо з'ясувати, як значення цих синтетичних індикаторів у залежать від пояснювальних змінних-детермінант $x^{(1)}, \dots, x^{(p')}$, які характеризують редуковані (апостеріорні) набори параметрів економічної політики країн, які аналізуються в цій роботі, включаючи Україну. Пояснювальні змінні-детермінанти $x^{(1)}, \dots, x^{(p')}$, розглядаються як потенційні причини, які впливають на аналізовані результати y , і можуть бути об'єктами регулювання під час оцінювання й аналізу ефективності економічної політики держави. Отож у висновках ми пропонуємо можливі напрями застосування цих детермінант для підтримки виявлення орієнтирів економічної політики держави, які впливають на покращення якості життя громадян.

1. Джерела даних і методи їх аналізу

Інформаційною базою для нашого дослідження були результати аналізу рейтингів по глобальним індексам (індикаторам) країн світу, представлених у таких джерелах:

- база даних щодо конкурентоспроможності країн світу “IMD World Competitiveness Online” при Міжнародному інституті управління розвитком [15];

- оновлений інструмент інтерактивного доступу до даних річних звітів світового банку “Worldwide Governance Indicators (WGI)” [16];

- світовий атлас даних “World Data Atlas” [17].

Ми застосовували також інформацію звітів про людський розвиток ООН, статистичну інформацію країн-членів ЄС (дані Евростату) та щорічні рейтинги якості життя серед країн світу в міжнародному проєкті Numbeo [18, 19, 20].

Зазначимо, що використані у дослідженні набори даних охоплюють період 2010-2019 рр. на базі вибірки, яка включає Україну та 7 країн, які граничать з Україною або ж входили раніше до складу СРСР, а зараз є членами ЄС. Таким чином, аналізована вибірка складається з таких країн: Естонія, Латвія, Литва, Польща, Румунія, Словаччина, Угорщина, Україна.

На рис. 1 представлена ієрархічна схема взаємозв’язку між синтетичними індикаторами якості життя і детермінантами економічної політики держави, які відібрані з апіорного набору пояснювальних змінних.

З рис. 1 видно, що система СІЯЖ на другому рівні агрегації базових ознак якості життя складається з таких п’яти індикаторів: якість населення, добробут населення, якість соціальної сфери, якість довкілля, природно-кліматичні умови. Ми проаналізуємо лише для перших трьох СІЯЖ їхні залежності від детермінант економічної політики держави. Такий аналіз проведемо також і для синтетичного індикатора найвищого рівня агрегації – якість життя.

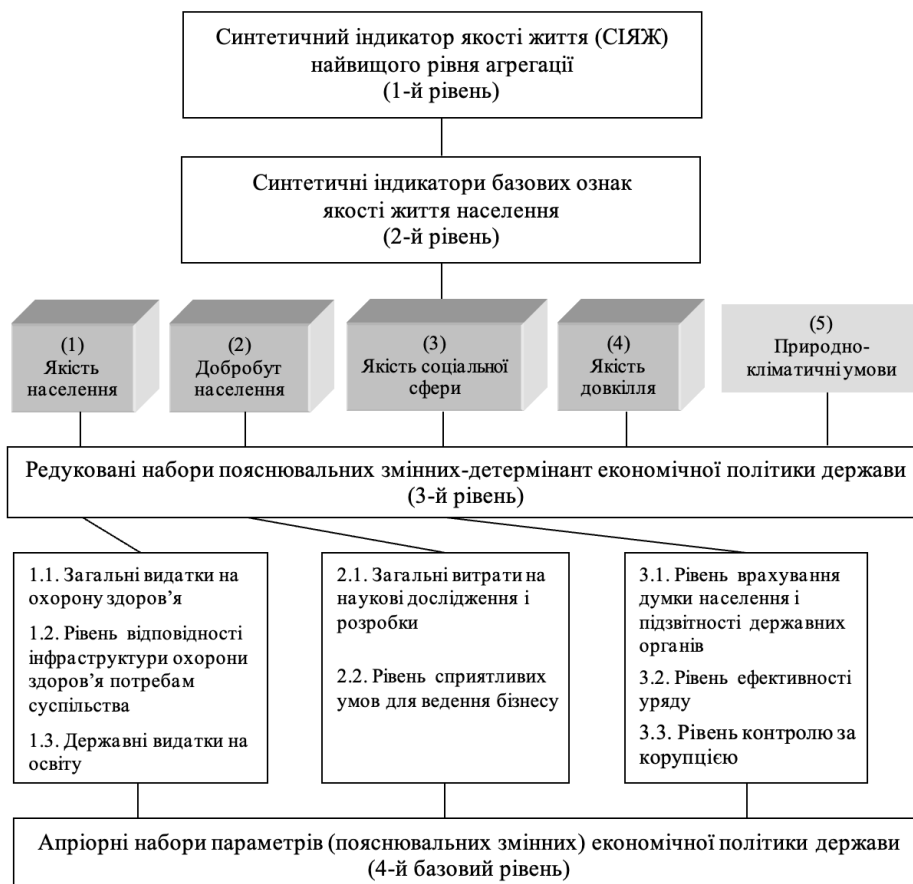


Рис. 1. Ієрархічна схема взаємозв'язку між синтетичними індикаторами якості життя та детермінантами економічної політики держави (джерело: побудовано авторами на основі [7]).

Ці СІЯЖ можна було б оцінювати з допомогою значень першої головної компоненти, побудованої на засадах апріорного набору статистичних показників та експертних оцінок. Однак, як показав досвід проведеного в роботі [7] аналізу, результати практично не змінюються, якщо замість значень першої головної компоненти використовувати значення часткового критерію, який найбільше корелює з нею. На основі цього ми приходимо до таких СІЯЖ:

- *якість населення* – оцінюється індексом людського розвитку (“Human Development Index”), у частках від одиниці (в подальшому позначається як $y^{(1)}$);

- *добробут населення* – оцінюється у доларах США валовим внутрішнім продуктом на душу населення (“GDP (PPP) per capita”) з урахуванням паритету купівельної спроможності валют (в подальшому позначається як $y^{(2)}$);

- *якість соціальної сфери* – оцінюється індексом соціального прогресу (“Social Progress Index”), комбінований показник міжнародного дослідницького проєкту The Social Progress Imperative за 100-бальною шкалою (в подальшому позначається як $y^{(3)}$);

- *якість життя* – як інтегральний індикатор найвищого рівня агрегації оцінюється значенням середньо геометричного перших трьох індикаторів $y^{(1)}$, $y^{(2)}$ і $y^{(3)}$ (в подальшому позначається як $y^{(4)}$).

За допомогою побудованих моделей регресії для представлених на рис. 1 залежностей було виділено лише 8 змінних-детермінант з 21-ї пояснювальної змінної апіорного набору параметрів економічної політики держави [14]. Це загальні витрати на охорону здоров'я у % ВВП ($x^{(1)}$), рівень відповідності наявної інфраструктури охорони здоров'я потребам суспільства у балах ($x^{(2)}$), державні витрати на освіта у % ВВП ($x^{(6)}$), загальні витрати на наукові дослідження і розробки у % ВВП ($x^{(7)}$), рівень сприятливих умов для ведення бізнесу в балах ($x^{(10)}$), рівень врахування думки населення та підзвітності державних органів у балах ($x^{(16)}$), рівень ефективності уряду в балах ($x^{(18)}$), рівень контролю за корупцією в балах ($x^{(21)}$).

Зазначимо, що в нашому дослідженні більша частина аналізованих змінних вимірюється в 10-бальній шкалі, де нуль відповідає найгіршій ситуації, а 10 – найкращій. Проте серед аналізованих нами змінних є такі, що вимірюються в інших шкалах і зв'язані з СІЯЖ немонотонною залежністю. Тобто між x_{min} та x_{max} існує деяке оптимальне значення x_{opt} , при значенні якого досягається найвища якість. Відповідно до рекомендацій [7], щоб виміряну в довільній шкалі таку змінну x привести до 10-бальної, до цієї змінної необхідно застосувати певне перетворення, тобто перейти до змінної $\tilde{x}$ за формулою:

$$\tilde{x} = \left[1 - \frac{|x - x_{\text{opt}}|}{\max\{(x_{\text{opt}} - x_{\text{min}}), (x_{\text{max}} - x_{\text{opt}})\}} \right] \cdot 10, \quad (2)$$

де x_{min} , x_{max} і x_{opt} – відповідно мінімально можливе, максимально можливе та оптимальне (в сенсі вимірювання цієї змінної) значення.

Для аналізованих змінних, які вимірюються в інших шкалах і для яких необхідно застосовувати уніфікацію цих вимірювальних шкал (2), мінімальні, максимальні та оптимальні значення представлені в [14]. Тут за x_{min} і x_{max} приймалися відповідно мінімальне і максимальне значення серед усіх значень цієї змінної для аналізованих країн. Як x_{opt} ми використовували результат усереднення цього показника за трьома країнами, які є лідерами за аналізованою синтетичною базовою ознакою якості життя.

Побудову для кожного СІЯЖ регресійних моделей вибору пояснювальних змінних-детермінант економічної політики держави ми проводили враховуючи поєднання методів покрокової регресії «з приєднанням» та «з вилученням». Аналіз результатів показав, що доцільно застосовувати стандартну процедуру покрокової регресії з послідовним вилученням (backward stepwise).

Тому в нашому дослідженні для розв'язання задачі 3) – побудувати для кожного СІЯЖ регресійну модель оцінки ефективності економічної політики держави на підставі вибору детермінант із апіорного набору пояснювальних змінних – ми застосовували саме процедуру покрокової регресії з послідовним вилученням.

Зазначимо, що після отримання оптимального набору пояснювальних змінних-детермінант, ми деколи змінювали цей набір у невеликому інтервалі значень R_{adj}^2 (скоректованого коефіцієнта детермінації). Якщо така зміна приводила за змістом до більш природної інтерпретації аналізованої залежності, отриманий набір пояснювальних змінних-детермінант економічної політики держави вибирався як остаточне рішення.

Розглянемо результати моделювання зв'язків між аналізованими СІЯЖ і наборами детермінант економічної політики держави.

2. Регресійні моделі вибору детермінант економічної політики держави для аналізованих СІЯЖ

Побудова регресійних моделей вибору детермінант економічної політики держави для аналізованих СІЯЖ проводилася засобами системи *STATISTICA*. Результати представлені в табл. 1-4. Тут аналізовані змінні кодуються таким чином, що верхній індекс аналізованої змінної, у тому числі уніфікованої, відповідає такому ж числу при відповідній змінній, наприклад: $\hat{y}^{(1)}$ позначається як $y1$, $x^{(1)}$ – як $x1$ і т.д.

Таблиця 1

Підсумок регресії для СІЯЖ $\hat{y}^{(1)}$ з вибраними детермінантами

	Regression Summary for Dependent Variable y1 (QL-EPS-unif) R=0,7761, R ² =0,6024, Adjusted R ² =0,5585, F(3,86)=43,434, p<0,0000, Std.Error of estimate: 0,2161					
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(85)	p-level
Intercept			7,363	0,094	78,395	0,000
x1	0,322	0,079	0,039	0,009	4,055	0,000
x2	0,356	0,075	0,092	0,019	4,716	0,000
x6	0,375	0,072	0,056	0,011	5,159	0,000

Таблиця 2

Підсумок регресії для СІЯЖ $\hat{y}^{(2)}$ з вибраними детермінантами

	Regression Summary for Dependent Variable y2 (QL-EPS-unif) R=0,779, R ² =0,6225, Adjusted R ² =0,6138, F(2,87)=71,734, p<0,0000, Std.Error of estimate: 1,5314					
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(85)	p-level
Intercept			-11,334	1,518	-7,466	0,000
x7	0,257	0,068	0,371	0,098	3,781	0,000
x10	0,686	0,068	2,193	0,217	10,093	0,000

Таблиця 3

Підсумок регресії для СІЯЖ $\hat{y}^{(3)}$ з вибраними детермінантами

	Regression Summary for Dependent Variable y3 (QL-EPS-unif) R=0,9874, R ² =0,9749, Adjusted R ² =0,9741, F(3,86)=1115,9, p<0,0000, Std.Error of estimate: 0,0833					
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(85)	p-level
Intercept			6,420	0,050	127,33	0,000
x16	0,199	0,051	0,052	0,013	3,890	0,000
x18	0,250	0,039	0,075	0,012	6,449	0,000
x21	0,571	0,068	0,129	0,015	8,353	0,000

Таблиця 4

Підсумок регресії для СІЯЖ $\hat{y}^{(4)}$ з вибраними детермінантами

	Regression Summary for Dependent Variable y4 (QL-EPS-unif) R=0,845, R ² =0,715, Adjusted R ² =0,708, F(2,87)=108,88, p<0,0000, Std.Error of estimate: 0,967					
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(85)	p-level
Intercept			-4,078	1,096	-3,722	0,000
x10	0,506	0,089	1,176	0,206	5,705	0,000
x18	0,393	0,089	0,407	0,092	4,422	0,000

Зазначимо, що у табл. 1-4 коефіцієнти регресії показують інтенсивність впливу факторів-детермінант на аналізовані СІЯЖ. Сутність коефіцієнта регресії (оцінки) полягає в тому, що він показує як у середньому зміниться значення результативної ознаки, якщо відповідна факторна ознака збільшиться (або зменшиться) на одиницю при фіксованих значеннях всіх інших факторів.

Таким чином, регресійні оцінки для аналізованих СІЯЖ із відібраними змінними-детермінантами економічної політики держави можна представити рівняннями (3)-(6).

Регресійні оцінки значень синтетичного індикатора якості населення $\hat{y}^{(1)}$ визначаються значеннями трьох детермінант:

$$\hat{y}^{(1)} = 7,363 + 0,039\tilde{x}^{(1)} + 0,092x^{(2)} + 0,056\tilde{x}^{(6)}, \quad (3)$$

де $\tilde{x}^{(1)}$ – загальні видатки на охорону здоров'я в % від ВВП; $x^{(2)}$ – рівень відповідності інфраструктури охорони здоров'я потребам суспільства; $\tilde{x}^{(6)}$ – державні видатки на освіту в % від ВВП.

Це означає, зокрема, що при підвищенні оцінки $\tilde{x}^{(1)}$ (або $x^{(2)}$, або $\tilde{x}^{(6)}$) на Δ значення індикатора якості населення відповідно підвищиться в середньому на $0,039 \cdot \Delta$ (або на $0,092 \cdot \Delta$, або на $0,056 \cdot \Delta$).

Регресійні оцінки для індикатора добробуту населення $\hat{y}^{(2)}$ визначаються змінами значень таких детермінант:

$$\hat{y}^{(2)} = -11,334 + 0,371\tilde{x}^{(7)} + 2,193\tilde{x}^{(10)}, \quad (4)$$

де $\tilde{x}^{(7)}$ – це загальні витрати на наукові дослідження і розробки в % від ВВП; $\tilde{x}^{(10)}$ – рівень сприятливих умов для ведення бізнесу.

Це означає, що при підвищенні оцінки $\tilde{x}^{(7)}$ (або $\tilde{x}^{(10)}$) на певну величину Δ значення синтетичного індикатора добробуту населення $\hat{y}^{(2)}$ відповідно підвищиться в середньому на $0,371 \cdot \Delta$ (або на $2,193 \cdot \Delta$).

Регресійні оцінки для синтетичного індикатора якості соціальної сфери $\hat{y}^{(3)}$ визначаються зміни значень таких детермінант:

$$\hat{y}^{(3)} = 6,42 + 0,052\tilde{x}^{(16)} + 0,075\tilde{x}^{(18)} + 0,129\tilde{x}^{(21)}, \quad (5)$$

де $\tilde{x}^{(16)}$ – рівень врахування думки населення і підзвітності державних органів; $\tilde{x}^{(18)}$ – рівень ефективності уряду; $\tilde{x}^{(21)}$ – рівень контролю за корупцією.

Це означає, що при підвищенні оцінки $\tilde{x}^{(16)}$ (або $\tilde{x}^{(18)}$, або $\tilde{x}^{(21)}$) на Δ значення індикатора якості соціальної сфери підвищиться в середньому на $0,052 \cdot \Delta$ (відповідно на $0,075 \cdot \Delta$ або $0,129 \cdot \Delta$).

Регресійні оцінки для синтетичного індикатора найвищого рівня агрегації якості життя $\hat{y}^{(4)}$ визначаються змінами значень таких детермінант:

$$\hat{y}^{(4)} = -4,078 + 1,176\tilde{x}^{(10)} + 0,407\tilde{x}^{(18)}. \quad (6)$$

Аналіз рівняння (6) дозволяє намітити шляхи підвищення рівня якості життя, що базуються на корегуванні економічної політики держави.

З рівняння (6) і табл. 4 видно, що значення синтетичного індикатора якості життя найвищого рівня агрегації $\hat{y}^{(4)}$ на 71,45% залежить від таких детермінант економічної політики держави: сприятливі умови для ведення бізнесу (змінна $\tilde{x}^{(10)}$) та ефективність уряду (змінна $\tilde{x}^{(18)}$).

Варто зазначити, що моделі (3)-(6) були побудовані на основі доступних даних. Аналіз ступеня адекватності цих моделей на підставі значень коефіцієнтів детермінації R^2 і його скоректованого значення R_{adj}^2 , F -критерію та t -критерію з урахуванням рівня значущості p -level (див. табл. 1-4) дозволяє зробити висновок, що лінійні регресійні моделі (3)-(6) адекватно описують взаємозв'язки між аналізованими даними.

Таким чином, результати моделювання залежностей між аналізованими СІЯЖ та їх детермінантами дозволяють виявити ключові напрями корегування економічної політики, на яких доцільно сконцентрувати зусилля держави для підвищення якості життя, у т.ч. й громадян України. Для більш адекватного визначення цих ключових напрямів слід розв'язати наше четверте завдання: проаналізувати динаміку українських СІЯЖ та їхніх детермінант для виявлення проблемних сфер у соціально-економічному розвитку України.

3. Аналіз динаміки українських синтетичних індикаторів якості життя та їхніх детермінант

Виявлення проблемних сфер у соціально-економічному розвитку України має ґрунтуватися на аналізі, з одного боку, динаміки СІЯЖ України, з іншого – положення України щодо інших аналізованих країн. При цьому можна вважати, що негативна динаміка певного СІЯЖ України щодо свого минулого значення та одночасне погіршення становища України за цим індикатором щодо інших країн сигналізує про наявність проблемної сфери в соціально-економічному розвитку. Отож, можна застосовувати динаміку показників та їх значимість у формуванні значень СІЯЖ для виявлення тих сфер суспільного життя, куди слід впливати насамперед засобами державної економічної політики.

Водночас стійке покращення значення аналізованого СІЯЖ щодо минулих значень України говорить загалом про доцільність підтримки поточної тенденції. Однак слід відзначити, що порівняльний аналіз значень СІЯЖ та їхніх змінних-детермінант варто проводити у розрізі

країн, які подібні до України за базовими характеристиками, зокрема, географічними, ресурсними, масштабними. Інакше такий аналіз може не дати адекватних оцінок. Тому аналіз динаміки українських СІЯЖ та їхніх детермінант треба проводити у межах вибірки країн, подібних до України як за географічними, так і за іншими базовими ознаками.

Нагадаємо, що використані у нашому дослідженні дані охоплюють 2010-2019 роки на підставі вибірки, що складається з таких країн: Естонія, Латвія, Литва, Польща, Румунія, Словаччина, Угорщина, Україна.

Головне питання, на яке ми намагалися знайти позитивну відповідь під час нашого дослідження: як на засадах аналізу динаміки результатуючих синтетичних індикаторів якості життя та їхніх детермінант можна виявляти проблемні сфери соціально-економічного розвитку України, на які потрібно насамперед впливати засобами державної економічної політики?

Логіка нашого дослідження передбачає, що нам уже відомі деякі СІЯЖ $y_{it}^{(l)}$ та детермінанти $x_{it}^{(j)}$ – це значення відповідного СІЯЖ l та детермінанти j , зареєстрованих для країни i в році t ($l = 1, 2, 3, 4$; $j = 1, 2, 6, 7, 10, 16, 18, 21$; $i = 1, 2, \dots, 8$; $t = 1, 2, \dots, 10$ – включає 2010-2019 рр.).

Слід зазначити, що під час аналізу динаміки ми згідно рекомендацій [7] будемо розрізняти *автодинаміку* (зміна значень аналізованого показника $y_t^{(l)}$ і $x_t^{(j)}$, що характеризують Україну в різні роки) та *міжкраїнову динаміку* (зміна становища України серед інших країн). Вимірювання міжкраїнової динаміки України будемо проводити на підставі її положення (рангу $r_t(y^{(l)})$ або $r_t(x^{(j)})$) серед аналізованих країн по певному результатуючому синтетичному індикатору $y^{(l)}$ або по значенню детермінанта $x^{(j)}$.

Результати аналізу авто- та міжкраїнової динаміки українських СІЯЖ та їхніх детермінант представлені в табл. 5. Тут у кожній стрічці ліве число вказує на числове значення змінної, а праве (за косою рискою) – ранг (порядкове місце) України по даному показнику серед 8 аналізованих країн.

Таблиця 5

Динаміка українських синтетичних індикаторів якості життя та їхніх детермінант (значення усіх змінних подаються в 10-бальній шкалі)

Змінна	Значення змінної / місце України серед аналізованих країн									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\tilde{y}^{(1)}$	7,6/8	7,6/8	7,6/8	7,7/8	7,7/8	7,7/8	7,7/8	7,7/8	7,7/8	7,8/8
$\tilde{y}^{(2)}$	0,0/8	0,2/8	0,3/8	0,3/8	0,4/8	0,1/8	0,2/8	0,4/8	0,6/8	0,7/8
$\tilde{y}^{(3)}$	7,0/8	7,0/8	7,1/8	7,2/8	7,2/8	7,2/8	7,2/8	7,2/8	7,2/8	7,2/8
$\tilde{y}^{(4)}$	0,8/8	2,2/8	2,47/8	2,66/8	2,71/8	1,9/8	2,3/8	2,7/8	3,1/8	3,5/8
$\tilde{x}^{(1)}$	8,3/4	8,3/3	6,7/3	7,8/3	6,1/6	2,8/7	4,4/6	5,0/6	3,3/8	3,3/8
$x^{(2)}$	1,9/8	1,5/8	1,4/7	6,8/1	6,0/1	1,9/8	1,9/8	2,2/8	2,3/7	2,7/8
$\tilde{x}^{(6)}$	0,8/8	3,2/8	1,2/8	1,2/7	4,4/7	6,0/7	8,0/5	6,4/8	6,4/8	6,8/8
$\tilde{x}^{(7)}$	3,4/4	2,9/7	3,0/7	3,0/7	2,5/7	2,3/7	1,7/7	1,6/8	1,5/8	1,6/8
$\tilde{x}^{(10)}$	4,1/8	4,5/8	4,6/8	5,0/8	6,0/8	6,2/8	6,4/8	6,5/8	6,8/8	6,9/8
$\tilde{x}^{(16)}$	4,5/8	4,5/8	4,0/8	3,8/8	4,3/8	4,4/8	4,8/8	4,8/8	4,5/8	4,8/8
$\tilde{x}^{(18)}$	2,4/8	2,1/8	3,2/8	3,1/8	4,0/8	3,5/8	3,2/8	3,5/8	3,9/8	4,0/8
$\tilde{x}^{(21)}$	1,6/8	1,6/8	1,3/8	1,1/8	1,5/8	1,5/8	2,1/8	2,2/8	1,8/8	2,6/8

Необхідно зазначити, що адекватність оцінювання автодинаміки змінних, представлених в табл. 5, можна підвищити, якщо відслідкувати траєкторії деяких синтетичних індикаторів і детермінант у певних фізичних одиницях, які на вході вимірювалися саме в термінах цих одиниць. Тому серед можливих напрямів розвитку цього дослідження ми плануємо в подальшому проаналізувати такі траєкторії для СІЯЖ $y_t^{(2)}$ і змінних-детермінант $x_t^{(1)}$, $x_t^{(6)}$, $x_t^{(7)}$.

3.1. Траєкторії синтетичного індикатора якості населення України $\hat{y}_t^{(1)}$ та його детермінант

Тут ми аналізуємо уніфіковане значення стандартного індексу людського розвитку, що відрізняється від останнього (відповідно до формули (3)) просто множником 10, тобто $\hat{y}^{(1)} = 10y^{(1)}$. Цей синтетичний індикатор, виходячи з його визначення, є найбільш інерційним і найменш варіабельним (змінним). Україна з 8 порівнюваних країн стабільно займає останнє місце (див. табл. 5). При цьому три детермінанта відповідно до табл. 1 пояснюють варіацію регресійних значень індикатора $\hat{y}^{(1)}$ на 60,24%. Мова йде про такі детермінанти, як загальні видатки на охорону здоров'я ($\tilde{x}^{(1)}$), рівень відповідності інфраструктури охорони здоров'я потребам українського суспільства ($x^{(2)}$) та державні видатки на освіту ($\tilde{x}^{(6)}$). Змінні $x^{(2)}$ та $\tilde{x}^{(6)}$ не виявляли жодних позитивних тенденцій на відрізку 2010-2019 рр., а детермінант $\tilde{x}^{(1)}$ навпаки – мав негативну тенденцію (див. табл. 5). Відповідно до отриманої нами залежності (2) можна зробити висновок, що головний резерв для виправлення цього становища – це радикальне покращення державної економічної політики у сферах охорони здоров'я та освіти.

3.2. Траєкторії синтетичного індикатора добробуту населення України $\hat{y}_t^{(2)}$ та його детермінант

Тут ми аналізуємо уніфіковане значення ВВП на душу населення ("GDP (PPP) per capita") за паритетом купівельної спроможності валют у дол. США. Відповідно до результатів авто- та міжкраїнової динаміки, представлених у табл. 5, Україна і тут є на позиціях аутсайдера. Два детермінанта на 62,25% пояснюють варіацію цього синтетичного індикатора (див. табл. 2). Це загальні витрати на наукові дослідження і розробки ($\tilde{x}^{(7)}$) та рівень сприятливих умов для ведення бізнесу ($\tilde{x}^{(10)}$), які теж виводять Україну на аутсайдерські позиції (див. табл. 5). Слід зазначити, ці два детермінанта є регульованими. Тому державним органам управління потрібно визначити стратегічні напрями вдосконалення державної економічної політики, які допоможуть різко підвищити значення змінних $\tilde{x}^{(7)}$ і $\tilde{x}^{(10)}$. А поки що по обох цих змінних Україна займає останні місця, гірше нас по загальним витратам на наукові дослідження та розробки у період 2011-2016 рр. була тільки Румунія.

3.3. Траєкторії синтетичного індикатора якості української соціальної сфери $\tilde{y}_t^{(3)}$ та його детермінант

Аналіз траєкторії синтетичного індикатора $\tilde{y}_t^{(3)}$ (уніфікованого значення індекса соціального прогресу) свідчить про міцні аутсайдерські позиції України і за цим показником (див. відповідну стрічку в табл. 5). Варіація регресійних значень індикатора якості соціальної сфери $\hat{y}^{(3)}$ на 97,49% визначається змінами значень таких детермінант (див. табл. 3): рівень врахування думки населення і підзвітності державних органів ($\tilde{x}^{(16)}$), рівень ефективності уряду ($\tilde{x}^{(18)}$) та рівень контролю корупції ($\tilde{x}^{(21)}$). За цими змінними Україна міцно влаштувалась на аутсайдерських позиціях і не виявляла жодних позитивних тенденцій на відрізок 2010-2019 рр. Ці детермінанти за своїм характером є «поведінковими». Однак фахівцям органів державного управління цілком під силу визначити такі назрілі вдосконалення українських інститутів та економічної політики, які допоможуть різко підвищити значення змінних $\tilde{x}^{(16)}$, $\tilde{x}^{(18)}$ і $\tilde{x}^{(21)}$.

3.4. Траєкторії синтетичного індикатора якості життя в Україні $\tilde{y}_t^{(4)}$ та його детермінант

Відповідно до результатів авто- та міжкраїнової динаміки синтетичного індикатора якості життя найвищого рівня агрегації $\hat{y}^{(4)}$, представлених у табл. 5, Україна стабільно займає останнє місце. Однак аналіз регресійних оцінок (6) дозволяє намітити шляхи підвищення рівня якості життя, що базуються на вдосконаленні державної економічної політики. Справді, з (6) та табл. 4 видно, що значення синтетичного індикатора якості життя найвищого рівня агрегації $\hat{y}^{(4)}$ на 71,5% обумовлене здатністю держави та громадськості забезпечити підвищення рівня сприятливих умов для ведення бізнесу (змінна $\tilde{x}^{(10)}$) та рівня ефективності роботи уряду (змінна $\tilde{x}^{(18)}$).

Таким чином, у результаті нашого дослідження, спрямованого на побудову та практичне застосування моделей оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави в контексті якості життя, можна зробити наступні висновки у розрізі таких двох аспектів.

Висновки. По-перше, ми підтвердили гіпотезу щодо наявності ключових параметрів економічної політики держави, які можна вважати детермінантами підвищення якості життя громадян України.

По-друге – отримали позитивні відповіді на головне питання: як на засадах аналізу динаміки українських СІЯЖ та детермінант можна виявляти проблемні сфери у соціально-економічному розвитку України, на які потрібно насамперед впливати засобами економічної політики держави?

У розрізі другого аспекту можна зробити висновки про те, що українські СІЯЖ та їхні детермінанти впродовж аналізованого періоду залишалися на вкрай низькому рівні та не мали суттєвої позитивної динаміки. Ці ж результати виявили (на кількісному рівні) ключові напрями вдосконалення економічної політики держави, на яких варто сконцентрувати зусилля для підвищення якості життя українського населення. Йдеться про такі напрями.

1. Аналіз динаміки синтетичного індикатора якості населення $\tilde{y}_t^{(1)}$ та його детермінант вказує на те, що якість українського населення можна насамперед покращити на основі вдосконалення інфраструктури охорони здоров'я, шляхом підвищення рівня її відповідності потребам суспільства. При цьому важливу роль відіграють і витрати на охорону здоров'я та освіту. Тому суттєве збільшення цих витрат необхідно визнати ефективним засобом економічної політики щодо підвищення якості українського населення.

2. Аналіз динаміки синтетичного індикатора добробуту населення $\tilde{y}_t^{(2)}$ та його детермінант дозволяє стверджувати, що добробут українського населення можна покращити шляхом підвищення рівня сприятливих умов для ведення бізнесу та збільшення загальних витрат на наукові дослідження і розробки.

3. Аналіз динаміки синтетичного індикатора якості соціальної сфери $\tilde{y}_t^{(3)}$ та його детермінант дозволяє зробити висновки про те, що якість української соціальної сфери може бути покращена на основі кращого врахування думки населення та підзвітності державних органів, а також з допомогою підвищення ефективності роботи уряду та посилення контролю за корупцією.

4. Аналіз динаміки синтетичного індикатора якості життя найвищого рівня агрегації $\tilde{y}_t^{(4)}$ та його залежності від детермінант може забезпечувати підготовку критерія-співвідношення за типом «витрати-результат». Це дозволить оцінювати ефективність перетворень

економічної політики держави з урахуванням діючих інститутів для покращення якості життя в Україні на основі підвищення значень виділених детермінант: рівень сприятливих умов для ведення бізнесу та рівень ефективності уряду.

На завершення, про деякі можливі напрями розвитку нашого дослідження:

✓це розширення параметричного сімейства регресійних моделей (ми застосовували лише лінійні моделі) та складу СІЯЖ з урахуванням апіорного набору даних в ієрархічній схемі зв'язків СІЯЖ з детермінантами економічної політики держави (див. рис 1);

✓збільшення обсягу вибірки аналізованих даних за рахунок охоплення країн-членів ЄС, подібних до України за такими базовими характеристиками, як географічні, ресурсні, масштабні тощо;

✓використання алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання, що може допомогти в аналізі складних взаємозв'язків і побудові більш точних і передбачуваних моделей оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави. Ці технології дозволяють виявити як приховані закономірності, так і нові залежності у великих обсягах даних.

Перспективним завданням цього дослідження є також аналіз автономії деяких синтетичних індикаторів та детермінант у певних фізичних одиницях, які на вході вимірювалися саме в термінах цих одиниць. Це дозволить покращити аналіз українських СІЯЖ та їхніх детермінант для більш адекватного виявлення проблемних сфер у соціально-економічному розвитку, на які слід насамперед впливати засобами економічної політики України.

Література

1. Гаврилишин Б. До ефективних суспільств: Дороговкази в майбутнє: доп. Римському Клубові / Б. Гаврилишин; упоряд. В. Рубцов. Вид. 3-тє, допов. Київ: Унів. вид-во ПУЛЬСАРИ, 2009. 248 с.
2. Гукалова І.В. Якість життя населення України: суспільно-географічна концептуалізація: монографія. Київ: Ін-т географії НАН України, 2009. 174 с.
3. Вимірювання якості життя в Україні. Аналітична доповідь, Лібанова Е.М., Гладун О.М., Лісогор Л.С. та ін. Київ, 2013. 50 с.
4. Звіт по науково-дослідній роботі «Розроблення системи індикаторів оцінки якості життя населення України для здійснення комплексного моніторингу, у тому числі порівняння з іншими країнами» Інституту демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України на замовлення

- Міністерства економічного розвитку та торгівлі України (№ державної реєстрації 0112U008469). Київ: Ін-т демографії та соц. досліджень імені М.В. Птухи НАН України, 2012. 670 с.
5. Якість життя населення України та перші наслідки війни / Черенько Л.М., Полякова С.В., Шишкін В.С., Реут А.Г., Крикун О.І., Когатько Ю.Л., Заяць В.С., Клименко Ю.А.; Нац. акад. наук. Укр., Ін-т демогр. та соц. дослідж. ім. М.В. Птухи. – Електронне видання. – Київ, 2023. URL: https://idss.org.ua/arhiv/Монографія_якість.pdf.
 6. Стратегія соціально-економічного розвитку Харківської області на період до 2015 року: монографія. Харків: ВД "ІНЖЕК", 2008. 352 с.
 7. Aivazjan S.A. Quality of Life and Living Standards Analysis. An Econometric Approach. Berlin: de Gruyter, 2016. 399 p.
 8. Berenger V., Verdier-Chouchane A. Multidimensional Measures of Well-Being: Standard of Living and Quality of Life Across Countries. *World Development*, vol. 35, No. 7, 2007, pp. 1259–1276.
 9. Ahuja K., Phatak S. Factors Affecting Quality of Life in India: An Inter-State Analysis. *Unnayan: International Bulletin of Management and Economics*. Vol. – XI, 2019, pp. 351–360. URL: https://www.academia.edu/103495998/Factors_Affecting_Quality_of_Life_in_India_An_Inter_State_Analysis.
 10. Gandhi D., Shah J., Shah A. A Review: Factors Affecting Quality of Life Index. *GRD Journals*. February-2019. URL: https://www.academia.edu/38900182/A_Review_Factors_Affecting_Quality_of_Life_Index?email_work_card=view-paper.
 11. Macku K., Barvirzh R. Quality of life indices: how robust are the results considering different aggregation techniques? *Journal of Maps*, vol. 19, 2023. URL: <https://doi.org/10.1080/17445647.2022.2126801>.
 12. Şeker M., Mete B.B., Gülçin Ç., Bilge K.Ö. Quality of Life Index: Istanbul 2020. *Istanbul Journal of Economics* 72, no. 2 (Aug. 2023), pp. 543–568. URL: <https://doi.org/10.26650/ISTJECON2022-1115346>.
 13. Puskorius S. The Methodology of Calculation the Quality of Life Index. *International Journal of Information and Education Technology*, Vol. 5, No. 2, February 2015, pp. 156–159. URL: <http://www.ijiet.org/papers/494-S10008.pdf>.
 14. Артеменко О. В., Артеменко В. Б. Аналіз впливу характеристик економічної політики держави на підвищення якості життя населення. *ГПААЛЬ НАУКИ*, № 4, 2021. С. 40–49. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.003>.
 15. IMD World Competitiveness Online. URL: <https://worldcompetitiveness.imd.org/>.
 16. Worldwide Governance Indicators. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>.
 17. World Data Atlas. URL: <https://knoema.com/atlas/topics/Economy>.
 18. Human development reports. URL: <https://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-ranking>.
 19. Eurostat. Statistics Explained - Quality of life indicators – measuring the quality of life. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Quality_of_life_indicators_-_measuring_quality_of_life.
 20. Numbeo. Europe: Quality of Life Index by Country. URL: https://www.numbeo.com/quality-of-life/rankings_by_country.jsp?title=2023-mid&region=150.

Модель кластерного аналізу ринку праці України

к. е. н., доц. Панасенко О. В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Тимошенко О.

Харківський національний економічний університет імені

Семена Кузнеця

Повномасштабне вторгнення мало сильний вплив на розвиток українського ринку праці: зміна демографічної ситуації та нерівномірне зменшення попиту на робочу силу на фоні глибокого економічного спаду призвели до поглиблення існуючих і раніше диспропорцій у відношенні на попит та пропозицію робочої сили серед різних галузей та типів економічної діяльності. Не дивлячись на те, що виїзд працездатного населення за кордон одночасно не призвів до гострого дефіциту працівників у окремих галузях, існує низка інших викликів, що наразі поглиблюють диспропорції на ринку праці.

Внутрішня та зовнішня міграція, різний рівень безпекових ризиків серед регіонів, можливість людей з різних регіонів конкурувати за одні й ті ж самі робочі місця внаслідок збільшення популярності формату віддаленої роботи, занепад галузей в розрізі регіонів через наслідки війни та окупації – чинники, що мають вплив на розвиток регіональних ринків праці. Додатковий тиск на ринок праці і донині чинять внутрішні мігранти, адже в східних регіонах структура зайнятості була суттєво зміщеною в бік промисловості, порівняно із західними областями. До того ж попит на працівників промислових видів діяльності залишається порівняно слабким.

Попри відчутне подальше відновлення економіки та збільшення попиту на робочу силу безробіття залишається вищим свого природного

рівня через довгострокові ефекти війни. Наведені явища є чинниками, що мають вплив на поглиблення диспропорцій на ринку праці.

Таким чином, багато людей, що знаходяться в Україні та залишились без роботи змушені з тих чи інших причин змінювати профіль своєї професійної діяльності. Підтвердженням цього є збільшення попиту на послуги як на формальних, так і неформальні освітніх інституцій, особливо серед людей більш старшого за середній вік вступу до ВНЗ віку.

Питаннями дослідження та моделювання ринку праці в Україні займалися такі вчені, як Гур'янова Л. С., Панасенко О. В., Вознюк С. М., Аксьонова І. В., Дериховська В. І., Івахненко О. В., Качан Г. М., Петрова І. Л., Балика О. Г., Колядич О. І., Другова Є. В., Кравченко І., Лісогор Л., Чувардинський В., Самойленко В. В., Тутова А. С., Черьомухіна О., Чалюк Ю. Штундер І. та ін. [1, 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20].

Однак недостатньо уваги було приділено аналізу ринку праці України в галузевому розрізі, тому важливим завданням сьогодні є визначення, який вплив має рівень конкуренції в різних галузях на формування зарплат в них для огляду тенденцій на сучасному ринку праці України та виокремлення тих галузей, які потребують особливої уваги в контексті структурного відновлення ринку праці. Цій меті відповідають методи багатовимірної класифікації, які дозволяють повести класифікацію різних галузей України за показниками стану ринку праці та визначити найбільш проблемні галузі, що потребують особливої уваги з боку держави.

Методи багатовимірної класифікації дозволяють групувати об'єкти з урахуванням усіх суттєвих структурно-типологічних ознак та розподілу об'єктів у заданій системі ознак. Ця класифікація здійснюється з метою об'єднання в одну групу об'єктів, які у певному сенсі подібні, таким чином, щоб об'єкти з різних груп були максимально відмінні між собою [4, 21].

Отже, методи багатовимірної класифікації використовуються для розділення всієї множини об'єктів на групи, які мають однорідні характеристики. У той же час кожен об'єкт має велику кількість різних ознак, які взаємопов'язані стохастично. Такими методами є методи кластерного аналізу. Кластерний аналіз сприяє вирішенню різноманітних

завдань під час економічних досліджень, використовуючи багатовимірну класифікацію.

Основні задачі кластерного аналізу [4]:

Проведення класифікації об'єктів з урахуванням їхніх характеристик сприяє глибшому розумінню сутності та природи цих об'єктів, розширюючи знання про всю групу класифікованих об'єктів.

Перевірка висунутих припущень про можливу структуру в досліджуваній масі об'єктів включає пошук існуючих патернів та з'ясування, чи вони дійсно існують.

Побудова нових класифікацій для слабко вивчених явищ дозволяє встановити внутрішні зв'язки та намагатися створити структуру для цієї сукупності.

Кластерний аналіз полягає у виявленні компактних, віддалених один від одного груп об'єктів та пошуку "природного" поділу сукупності на області скупчення об'єктів. Цей метод застосовується, коли вихідні дані представлені у вигляді матриці близькості або відстаней між об'єктами, або у вигляді точок у багатовимірному просторі. Зазвичай використовуються дані другого виду, де кластерний аналіз спрямований на виявлення геометрично віддалених груп, в межах яких об'єкти є близькими один до одного [4, 21].

Задача кластеризації формалізується так: дано множина об'єктів X , множина номерів (імен) кластерів Y , та функція відстані між об'єктами $p(x, x')$. Також надана навчальна вибірка об'єктів $X_m = \{x_1, \dots, x_m\}$. Мета полягає у розбитті цієї вибірки на непересічні підмножини, що називаються кластерами, так, щоб об'єкти всередині кожного кластера були близькими за метрикою p , а об'єкти різних кластерів значно відрізнялися. Кожному об'єкту $x_i \in X_m$ приписується номер кластера Y_i [4].

У навчальній вибірці об'єкти можуть мати різні ознаки, які вимірюються в різних одиницях. Проте для кластерного аналізу ознаки повинні бути однорідними, тобто вимірюватися в порівняльних шкалах. Для цього здійснюється нормування початкових даних [4].

Отже, основні кроки побудови моделі кластерного аналізу ринку праці України такі:

1. Визначення вибірки для проведення кластеризації, при необхідності використання попередньої інформації.

2. Встановлення множини ознак, за якими будуть оцінюватися об'єкти.

3. Розрахунок міри подібності між об'єктами відповідно до вибраної метрики.

4. Групування об'єктів у кластери за допомогою певної процедури об'єднання.

5. Перевірка достовірності отриманих результатів кластерного аналізу.

6. Висновки за отриманими результатами кластеризації.

Відповідно до зазначених кроків, для побудови моделі кластерного аналізу ринку праці України спершу потрібно сформувати вибірку з вихідними даними для побудови моделі. Джерелом для формування є дані з сайту ТОВ «ВОРК Україна», які наведені на рис. 1. [5]

Вихідні данні відображають кількість кандидатів у тій чи іншій сфері, які в свою чергу розподілені на категорії. Тобто можна побачити яка кількість людей та з яким типом освіти претендували на позицію в тій чи іншій сфері діяльності, також маємо загальні показники попиту на сфери діяльності, які в свою чергу відображають кількість кандидатів наприкінці трьох місяців. Та значення заробітної плати, очікування кандидатів та середні значення зарплатні по сфері діяльності.

Далі необхідно стандартизувати початкові дані. Результати стандартизації наведені на рис. 2.

Для знаходження оптимальної кількості кластерів доцільно скористатися функцією знаходження оптимальної кількості, яка перевірить усі варіанти та обере найкращий (рис. 3).

Отже, оптимальна кількість кластерів для поділу сфер діяльності за рівнем освіти кандидатів, загальною активністю сфери діяльності та розмірам очікуваної і реальної заробітної плати дорівнює трьом. Для візуалізації та визначення, як саме буде відбуватися розподіл, побудована дендрограма (рис. 4).

Визначивши, що кількість кластерів = 3, застосуємо метод К-середніх та розділимо сфери діяльності на групи. Результат побудови моделі кластеризації методом К-середніх наведено на рис. 5.

Сфера діяльності	Вища освіта	Незакінчена вища освіта	Середня спеціальна освіта	Середня освіта	28.окт	25.ноя	30.дек	Сума	ЗП вакансії	ЗП резюме	Всього резюме
ІТ, комп'ютери, інтернет	44398	21201	7747	4738	5753	5763	4754	16270	23000	23180.19548	123396
Адміністрація, керівництво середньої ланки	33611	7720	6332	1348	8303	8113	6933	23349	20000	18142.16684	74875
Бухгалтерія, аудит	67678	11852	9929	884	6254	6358	5474	18086	17000	15186.95649	136061
Готельно-ресторанний бізнес, туризм	8892	5790	4645	1304	9270	8773	6867	24910	17000	13594.5889	27493
Дизайн, творчість	9327	5466	3736	1970	2532	2441	1953	6926	20000	16464.55824	30079
Краса, фітнес, спорт	6409	4127	2356	981	2653	2563	1924	7140	20000	15061.4445	18267
Культура, музика, шоу-бізнес	4274	3397	2098	1242	544	529	438	1511	18500	15863.67875	14407
Логістика, склад, ЗЕД	25067	9116	12046	3970	10232	9514	7766	27512	18000	14705.90169	79118
Маркетинг, реклама, PR	15867	10531	4465	8623	5469	5372	4463	15304	22500	18092.15523	56850
Медицина, фармацевтика	30272	13515	37302	2716	6239	5945	5141	17325	19500	13905.44297	118057
Нерухомість	2272	1438	878	360	719	641	510	1870	30000	17666.54489	6962
Освіта, наука	39654	16798	2810	1977	3949	3701	3075	10725	15500	13898.86105	87001
Охорона, безпека	15020	6865	22639	10196	2064	1733	1932	5729	20000	12550.5593	91747
Робочі спеціальності, виробництво	39757	10229	29113	8624	18108	16668	12609	47385	19800	15958.04909	129354
Секретаріат, діловодство, АГВ	59398	24959	16879	4458	4806	4557	3641	13004	16500	13668.48056	149812
ЗМІ, видавництво, поліграфія	9268	5002	1822	1075	1684	1689	1323	4696	20000	14129.32063	24948
Страховання	893	264	129	28	174	178	156	508	22000	14883.13609	2053
Будівництво, архітектура	21677	4954	11981	3643	5453	4861	3478	13792	21500	18808.2349	61681
Сфера обслуговування	10626	7713	21567	11349	17256	16267	13019	46542	17000	14346.50817	79658
Топменеджмент, керівництво вищої ланки	5413	358	127	36	965	975	863	2803	35000	32682.63432	10206
Продаж, закупівля	117948	57326	41656	17756	12915	12193	9789	34897	25000	15111.56597	346928
Роздрібна торгівля	59783	80892	97181	45618	11706	11519	9278	32503	15500	11047.91891	388053
Транспорт, автобізнес	39363	19842	69590	24775	7617	7050	6000	20667	25000	16592.53601	250706
Управління персоналом, HR	20058	5977	1879	618	1764	1731	1445	4940	21500	15232.70017	43735
Фінанси, банк	19023	6055	3886	794	3959	4028	3452	11439	16000	13676.70715	43581
Юриспруденція	31719	6218	630	120	1159	1107	936	3202	17500	16663.25288	57244
Сільське господарство, агробізнес	5444	1469	1087	316	1144	1019	807	2970	20000	17706.18425	11301
Інші сфери діяльності	7981	8584	9916	6480	5587	5319	4326	15232	20493	12094.18182	39916
Телекомунікації та зв'язок	4360	3104	2413	1496	3754	3643	3098	10495	20500	14051.4606	16275

Рис. 1. Вхідні дані для побудови моделі кластеризації ринку праці України, IV кв. 2023 р.

1	0.71280327	0.51136731	-0.31255689	-0.10843667	3.464848e-02	9.881524e-02	0.1209184953	8.104627e-02	5.928594e-01	1.78997673	0.382551528
2	0.29373646	-0.27550599	-0.37599553	-0.46268546	5.678962e-01	6.217832e-01	0.7363309177	6.338428e-01	-1.165464e-01	0.52817517	-0.125884789
3	1.61721369	-0.03432503	-0.21473135	-0.51117261	1.394160e-01	2.312263e-01	0.3242672535	2.228571e-01	-8.259522e-01	-0.21197327	0.515264084
4	-0.66657803	-0.38815828	-0.45162874	-0.46728338	7.701121e-01	7.686593e-01	0.7176906149	7.557407e-01	-8.259522e-01	-0.61079035	-0.622385883
5	-0.64967860	-0.40706985	-0.49238191	-0.39768760	-6.389166e-01	-6.404612e-01	-0.6701646599	-6.486233e-01	-1.165464e-01	0.10800901	-0.595288002
6	-0.76304070	-0.48522602	-0.55425140	-0.50103629	-6.136135e-01	-6.133114e-01	-0.6783550960	-6.319121e-01	-1.165464e-01	-0.24340842	-0.719062239
7	-0.84598384	-0.52783544	-0.56581831	-0.47376226	-1.054641e+00	-1.065957e+00	-1.0980443386	-1.071479e+00	-4.712493e-01	-0.04248451	-0.759509967
8	-0.03819149	-0.19402278	-0.11981997	-0.18869126	9.712825e-01	9.335612e-01	0.9715941338	9.589300e-01	-5.894836e-01	-0.33245605	-0.081423725
9	-0.39560454	-0.11143056	-0.45969868	0.29753872	-2.474068e-02	1.180227e-02	0.0387317055	5.611683e-03	4.746251e-01	0.51564949	-0.314763102
10	0.16401883	0.06274271	1.01248142	-0.31973196	1.362792e-01	1.393174e-01	0.2302184528	1.634308e-01	-2.347807e-01	-0.53293527	0.326605824
11	-0.92376003	-0.64218043	-0.62051453	-0.56592965	-1.018045e+00	-1.041032e+00	-1.0777094628	-1.043445e+00	2.248140e+00	0.40905308	-0.837523783
12	0.52850245	0.25436834	-0.53389724	-0.39695611	-3.425982e-01	-3.600613e-01	-0.3532795117	-3.519608e-01	-1.180655e+00	-0.53458375	0.001179755
13	-0.42850985	-0.32541154	0.35509564	0.46191433	-7.367833e-01	-7.980192e-01	-0.6760956653	-7.420966e-01	-1.165464e-01	-0.87227322	0.050911599
14	0.53250392	-0.12905802	0.64534426	0.29764321	2.618286e+00	2.525609e+00	2.3393969616	2.510805e+00	-1.638401e-01	-0.01884895	0.444983538
15	1.29554194	0.73071824	0.09685776	-0.13769616	-1.633851e-01	-1.695675e-01	-0.1934247934	-1.739945e-01	-9.441865e-01	-0.59228379	0.659356494
16	-0.65197071	-0.43415309	-0.57819221	-0.49121346	-8.162476e-01	-8.078110e-01	-0.8480948233	-8.227632e-01	-1.165464e-01	-0.47686390	-0.649054139
17	-0.97733314	-0.71070570	-0.65409442	-0.60062304	-1.132014e+00	-1.144068e+00	-1.1776892689	-1.149803e+00	3.563908e-01	-0.28806673	-0.888963652
18	-0.16989043	-0.43695481	-0.12273411	-0.22286216	-2.808654e-02	-1.019154e-01	-0.2394606929	-1.124598e-01	2.381565e-01	0.69499552	-0.264140571
19	-0.59921343	-0.27591457	0.30703470	0.58240072	2.440119e+00	2.436371e+00	2.4551927823	2.444976e+00	-8.259522e-01	-0.42246810	-0.075765235
20	-0.80173455	-0.70521901	-0.65418408	-0.59978706	-9.666026e-01	-9.667042e-01	-0.9780120855	-9.705869e-01	3.430483e+00	4.16991401	-0.803530926
21	3.57016524	2.61994961	1.20768415	1.25192049	1.532343e+00	1.529745e+00	1.5429476586	1.535622e+00	1.065797e+00	-0.23085523	2.724873139
22	1.31049890	3.99547488	3.69703457	4.16344846	1.279521e+00	1.379753e+00	1.3986265261	1.348675e+00	-1.180655e+00	-1.24861765	3.155809095
23	0.51719732	0.43204376	2.46004821	1.98539313	4.244421e-01	3.852237e-01	0.4728248185	4.244064e-01	1.065797e+00	0.14006174	1.716593027
24	-0.23278736	-0.37724326	-0.57563673	-0.53896912	-7.995183e-01	-7.984643e-01	-0.8136385060	-8.037093e-01	2.381565e-01	-0.20051651	-0.452191068
25	0.27288632	0.37269047	0.48565697	0.52057744	3.405070e-01	2.872909e-01	0.2468038425	2.862048e-01	1.062421e+00	0.59022338	0.453804785

Рис. 2. Стандартизовані дані для побудови моделі кластеризації ринку праці України

```

*****
* Among all indices:
* 5 proposed 2 as the best number of clusters
* 6 proposed 3 as the best number of clusters
* 1 proposed 4 as the best number of clusters
* 5 proposed 6 as the best number of clusters
* 1 proposed 8 as the best number of clusters
* 1 proposed 9 as the best number of clusters
* 4 proposed 10 as the best number of clusters
***** Conclusion *****
* According to the majority rule, the best number of clusters is 3

```

Рис. 3. Автоматичний пошук кількості кластерів

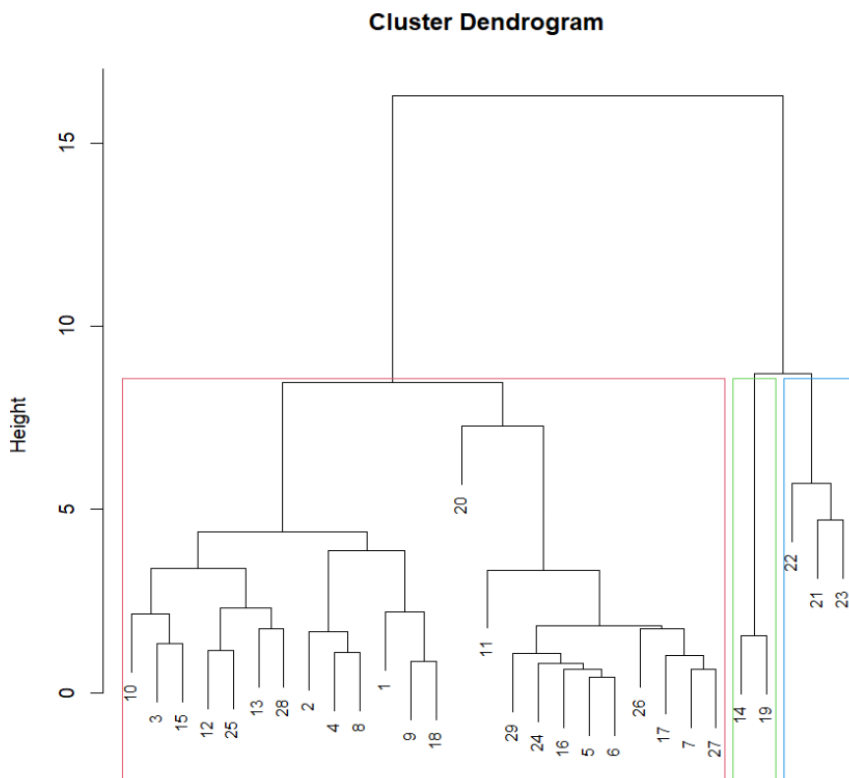


Рис. 4. Розподіл сфер діяльності на кластери

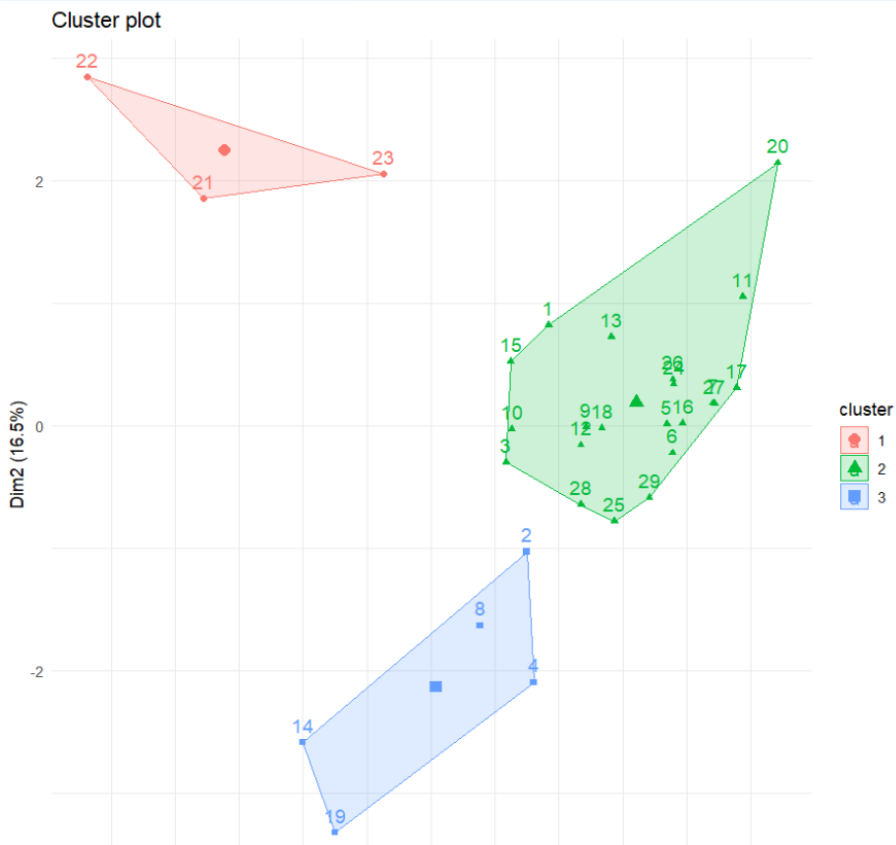


Рис. 5. Графічний результат методу К-середніх

Проаналізуємо поелементне входження сфер діяльності до отриманих кластерів.

До першої групи увійшли сфери діяльності наведені на рис. 6.

...	1	Вища освіта	Незакінчена вища освіта	Середня спеціальна освіта	Середня освіта	45593	45621	45656	Сума	ЗП вакансії	ЗП резюме	Всього резюме
21	Продаж, закупівля	117948	57326	41656	17756	12915	12193	9789	34897	25000	15111.57	3
22	Роздрібна торгівля	59783	80892	97181	45618	11706	11519	9278	32503	15500	11047.92	3
23	Транспорт, автобізнес	39363	19842	69590	24775	7617	7050	6000	20667	25000	16592.54	2

Рис. 6. Елементи групи «1»

До групи «2» увійшли такі сфери діяльності (рис. 7):

▲	...1	Вища освіта	Незакінчена вища освіта	Середня спеціальна освіта	Середня освіта	45593	45621	45656	Сума	ЗП вакансії	ЗП резюме	Всього резюме
1	ІТ, комп'ютери, інтернет	44398	21201	7747	4738	5753	5763	4754	16270	23000	23180.20	123396
3	Бухгалтерія, аудит	67678	11852	9929	884	6254	6358	5474	18086	17000	15186.96	136061
5	Дизайн, творчість	9327	5466	3736	1970	2532	2441	1953	6926	20000	16464.56	30079
6	Краса, фітнес, спорт	6409	4127	2356	981	2653	2563	1924	7140	20000	15061.44	18267
7	Культура, музика, шоу-бізнес	4274	3397	2098	1242	544	529	438	1511	18500	15863.68	14407
9	Маркетинг, реклама, PR	15867	10531	4465	8623	5469	5372	4463	15304	22500	18092.16	56850
10	Медицина, фармацевтика	30272	13515	37302	2716	6239	5945	5141	17325	19500	13905.44	118057
11	Нерухомість	2272	1438	878	360	719	641	510	1870	30000	17666.54	6962
12	Освіта, наука	39654	16798	2810	1977	3949	3701	3075	10725	15500	13898.86	87001
13	Охорона, безпека	15020	6865	22639	10196	2064	1733	1932	5729	20000	12550.56	91747
15	Секретаріат, діловодство, АГВ	59398	24959	16879	4458	4806	4557	3641	13004	16500	13668.48	149812
16	ЗМІ, видавництво, поліграфія	9268	5002	1822	1075	1684	1689	1323	4696	20000	14129.32	24948
17	Страховання	893	264	129	28	174	178	156	508	22000	14883.14	2053
18	Будівництво, архітектура	21677	4954	11981	3643	5453	4861	3478	13792	21500	18808.23	61681
20	Топменеджмент, керівництво вищої ланки	5413	358	127	36	965	975	863	2803	35000	32682.63	10206
24	Управління персоналом, HR	20058	5977	1879	618	1764	1731	1445	4940	21500	15232.70	43735
25	Фінанси, банк	19023	6055	3886	794	3959	4028	3452	11439	16000	13676.71	43581
26	Юриспруденція	31719	6218	630	120	1159	1107	936	3202	17500	16663.25	57244
27	Сільське господарство, агробізнес	5444	1469	1087	316	1144	1019	807	2970	20000	17706.18	11301
28	Інші сфери діяльності	7981	8584	9916	6480	5587	5319	4326	15232	20493	12094.18	39916
29	Телекомунікації та зв'язок	4360	3104	2413	1496	3754	3643	3098	10495	20500	14051.46	16275

Рис. 7. Елементи групи «2»

До групи «3» увійшли такі сфери діяльності (рис. 8):

№	...1	Вища освіта	Незакінчена вища освіта	Середня спеціальна освіта	Середня освіта	45593	45621	45656	Сума	ЗП вакансії	ЗП резюме	Всього резюме
2	Адміністрація, керівництво середньої ланки	33611	7720	6332	1348	8303	8113	6933	23349	20000	18142.17	74875
4	Готельно-ресторанний бізнес, туризм	8892	5790	4645	1304	9270	8773	6867	24910	17000	13594.59	27493
8	Логістика, склад, ЗЕД	25067	9116	12046	3970	10232	9514	7766	27512	18000	14705.90	79118
14	Робочі спеціальності, виробництво	39757	10229	29113	8624	18108	16668	12609	47385	19800	15958.05	129354
19	Сфера обслуговування	10626	7713	21567	11349	17256	16267	13019	46542	17000	14346.51	79658

Рис. 8. Елементи групи «3»

Та останнім кроком знайдемо описові статистики для кожного кластеру – рис. 9.

K-means clustering with 3 clusters of sizes 3, 21, 5

Cluster means:

	Вища освіта	Незакінчена вища освіта	Середня спеціальна освіта	Середня освіта	45593	45621
1	1.79928715	2.3491561	2.4549223097	2.46692069	1.0787685	1.0982404
2	-0.23429138	-0.2754671	-0.3509381737	-0.34105457	-0.5049524	-0.5038431
3	-0.09554851	-0.2525319	0.0009869436	-0.04772323	1.4735391	1.4571968
	45656	Сума	ЗП вакансії	ЗП резюме	Всього резюме	
1	1.1381330	1.1029012	0.31697937	-0.4464704	2.53242509	
2	-0.5064097	-0.5053809	0.07480174	0.1045619	-0.33984758	
3	1.4440411	1.4608589	-0.50435492	-0.1712777	-0.09209522	

Clustering vector:

[1] 2 3 2 3 2 2 2 3 2 2 2 2 2 3 2 2 2 2 3 2 1 1 1 2 2 2 2 2 2

Within cluster sum of squares by cluster:

[1] 27.48239 88.03259 18.70653

(between_SS / total_SS = 56.4 %)

Рис. 9. Описові статистики

Перший кластер характеризується високими рівнями зарплат, але водночас низьким ступенем якісної конкуренції та високим рівнем кількісної конкуренції. Це може свідчити про великий попит на працю в цьому секторі, але одночасно про доволі легкий вхід на позиції, оскільки подані сфери діяльності не потребують якихось спеціальних вмінь. Тобто ці сфери діяльності не потребують вищої освіти, або високого знання англійської для початку кар'єри.

Другий кластер представляє середні зарплати, але високу якісну конкуренцію та середню кількісну конкуренцію. Це може вказувати на більш збалансований ринок праці, де компанії стимулюються конкуренцією до підвищення якості та ефективності, при цьому забезпечуючи робітникам достатньо високі умови оплати праці. Проте варто зазначити що за подальшого розвитку таких подій, у майбутньому заробітня платня ніяк не буде впливати на дохід співробітників зайнятих у цій сфері.

Третій кластер, навпаки, має менші зарплати, але вищу якісну конкуренцію у порівнянні з першим кластером і помірний рівень кількісної конкуренції.

Враховуючи ці характеристики, можна сказати, що різноманітність кластерів свідчить про складність та різноманітність ринку праці в Україні, де економічні та конкурентні умови можуть значно відрізнятися залежно від галузі діяльності.

Результати кластеризації дають можливість краще зрозуміти, які сегменти ринку праці можуть бути привабливими для працівників та які можуть потребувати певних підготовки та кваліфікації.

Враховуючи це, кандидат міг би зробити висновки про різні можливості кар'єрного розвитку в різних галузях та сферах діяльності, що є важливим етапом для подальшого професійного зростання та вибору напрямку кар'єри.

Отже, проведений аналіз дозволив нам впровадити систематизацію сфер діяльності за допомогою класифікації у три чітко визначені кластери, базуючись на ряді ключових показників.

Література

1. Аксьонова І. В. Статистичне оцінювання тиску на ринку праці України / І. В. Аксьонова // Проблеми економіки. - 2019. - № 4. - С. 33-40.
2. Аксьонова І. В. Структурно-динамічний аналіз ринку праці України: виклики сьогодення / І. В. Аксьонова // Економіка та суспільство. – 2021. – № 25. – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/248>
3. Безробіття в Україні: чому кількість офіційно безробітних зменшилася та яка буде ситуація на ринку праці після війни. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2022/06/04/stattja/suspilstvo/bezrobittya-ukrayini-chomu-kilkist-oficijno-bezrobitnyh-zmenshylasya-ta-yaka-bude-sytuacziya-rynku-praczi-pislya-vijny>
4. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів: навч. посіб. / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець [та ін.] ; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. - 271 с. – Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22020>
5. Ворк Україна. - Режим доступу: <https://www.work.ua/>
6. Врятувати робочі місця: як війна вплинула на ринок праці та що з цим робити. – Режим доступу: https://lb.ua/blog/yaroslav_zhelezniak/518244_vryatuvati_robochi_mistsya_yak_viyua.html
7. Гур'янова Л. С. Системний аналіз і моделювання ринку освітніх послуг / Л. С. Гур'янова, О. В. Панасенко, С. М. Вознюк // Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – 2021. – № 1 (15). – С. 32–42. – Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/25576>
8. Дериховська В. І. Моделювання внутрішньорегіональних диспропорцій на ринку праці України / В. І. Дериховська // Економіка та суспільство. – 2021. – № 23. – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/137/132>
9. Долгова Л. І. Застосування адаптивних організаційних структур в сучасному підприємстві. Ефективна економіка. 2021. № 3. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8747>
10. Знайти роботу під час війни. Як змінився ринок праці в Україні. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/06/14/688116/>
11. Івахненко О.В. Особливості залучення неофіційної статистики для оцінки ситуації з оплатою праці в Україні / О. В. Івахненко // Сучасні проблеми

- моделювання соціально-економічних систем : матеріали XII міжнар. наук.-практ. конф. 09-10 квіт. 2020 р. – Мультимедійне наук. електрон. вид. – Братислава – Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – Режим доступу: <http://mpsesm.org/book/2020/thesis04-906.html#thesis04-906>
12. Качан Г.М., Петрова І.Л., Балика О.Г. Цифрова економіка та поява цифрової зайнятості. Соціально-трудові відносини: теорія і практика. 2020. № 2. С. 10–20.
 13. Колядич О. І. Аналіз моделей ринку праці: світовий досвід для України / Колядич О. І., Другова Є. В. // Вчені записки Університету "КРОК". - 2020. - № 50. - С. 14-18.
 14. Панасенко О. В. Трансформація ринку праці України в галузі ІТ в умовах зовнішніх викликів / О. В. Панасенко, О. В. Тимошенко // Modern Trends in the Development of Scientific Space: X International scientific and practical conference, February 14-16, 2024. - Dresden, Germany, International Scientific Unity. 2024. – pp. 53-56. – Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/31872>
 15. Петрова І., Кравченко І., Лісогор Л., Чувардинський В. Гнучкість працевлаштування в Україні: переваги та недоліки. Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики. 2021. - № 3(38). - С. 490–498.
 16. Самойленко В. В. Методика удосконалення регіональної політики ринків праці / В.В. Самойленко // Сучасні проблеми управління підприємствами: теорія та практика : матеріали міжнар. науково-практ. конф., 3-4 бер. 2020 р. - Харків –Торунь, 2020. – С. 107-111.
 17. Сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
 18. Тутова А. С. Міграція населення під час війни та її вплив на ринок оплати праці / А. С. Тутова // Конкурентоспроможність та інновацій: проблеми науки та практики : матеріали XVII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 25 листопада 2022 р. - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. - С. 109–120
 19. Тутова А. С. Ринок праці в умовах війни / А.С. Тутова // Економіка і регіон. - Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. - №1(88). - С. 91-98
 20. Черьомухіна О., Чалюк Ю. Ринок праці під час війни: стан та перспективи // Економіка та суспільство. – 2022. – №46. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-46-24>
 21. Штундер І. Ринок праці України в умовах воєнного стану // Економіка та суспільство. – 2022. – №40. – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-22>
 22. Dalmaijer, E.S., Nord, C.L. & Astle, D.E. Statistical power for cluster analysis. BMC Bioinformatics 23, 205 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12859-022-04675-1>

Методологічні особливості ринкового управління фармацевтичним підприємством

*д. е. н., проф. Шабельник Т. В.
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця*

Вплив особливостей фармацевтичної продукції на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством

На сучасному етапі розвитку ринкових відносин фармринок характеризується як одним із насиченіших споживчих ринків із високим рівнем пропозиції та диверсифікації фармацевтичної продукції [1]. Це зумовлено присутністю як вітчизняних, так і зарубіжних фармацевтичних підприємств, а також компаній, які виготовляють генеричні лікарські засоби.

Додатковий імпульс розвитку фармацевтичного ринку надала пандемія COVID-19, яка стимулювала провідних світових фармацевтичних виробників до розробки вакцин та лікарських засобів проти COVID-19 [2].

Фармацевтична продукція належить до товарів індивідуального споживання, однак вона має певні особливості, які відрізняють її від товарів масового споживання та чинять вплив на бізнес-процеси управління ринковою діяльністю фармацевтичного підприємства.

Важливою особливістю фармацевтичної продукції є її соціальна орієнтація. Кінцевий споживач постійно хоче отримати спеціальну

«послугу здоров'я» та в ідеалі уникнути споживання фармацевтичної продукції у майбутньому.

Попит на фармацевтичну продукцію, як і на споживчі товари, охоплює всі категорії цінової еластичності: від еластичних за ціною, таких як дієтичні добавки та медична косметика, до нееластичних, як унікальні лікарські засоби, що купуються незалежно від їхньої ціни через їхню унікальність та життєву необхідність, а також засоби для екстреного застосування.

Однак, на відміну від споживчих товарів, у фармацевтичній галузі відсутній рівень ціни, який би повністю задовольняв потреби споживачів. Ціни на фармацевтичну продукцію, як правило, залишаються стабільно високими, що зумовлено специфікою виробництва, регуляторними вимогами та значною залежністю попиту від життєвої необхідності цих товарів.

Існування таких процесів вимагає дослідження специфічних особливостей фармацевтичної продукції з метою визначення відповідних методів та моделей управління ринковою діяльністю фармацевтичного підприємства для підвищення ефективності його функціонування.

Тому подальші системні дослідження особливостей фармацевтичної продукції є актуальними. Це дозволить більш точно визначити потенційні джерела підвищення ефективності роботи фармацевтичного підприємства.

Фармацевтична продукція має специфічні риси, що зумовлені суттєвими відмінностями між фармацевтичним ринком та ринком споживчих товарів.

Виділимо спільні риси фармацевтичної продукції з ринком споживчих товарів:

- важливість упаковки фармацевтичної продукції;
- активне використання маркетингових методів для просування препаратів;
- наявність ринкових та споживчих характеристик продукції.

До унікальних особливостей фармацевтичної продукції належать наступні складові. Детальний аналіз показує, що, крім продукції, зростає значення фармацевтичних послуг, які належать до категорії «здоров'я». Ці послуги мають наступні риси:

- не підлягають зберіганню чи накопиченню;
- залежність від особистих якостей продавця (професійних і етичних).

Фармацевтична продукція також має приховані споживчі властивості, які проявляються у вигляді наявності або відсутності терапевтичного ефекту після її використання. Основна характеристика фармацевтичної продукції – подвійність, яка описується такими характеристиками, як:

1. Значущість ринкових та споживчих властивостей.

2. Наявність прихованих якостей фармацевтичної продукції, які проявляються після вжитку.

Особливістю фармацевтичної продукції є широка диверсифікація, яка проявляється у різних формах випуску: таблетки, емульсії, ін'єкції, мазі, гелі, порошки тощо.

Життєвий цикл фармацевтичних товарів також значно відрізняється від циклу споживчих товарів. Основними чинниками таких відмінностей є наступні складові:

- Технологічний прогрес. Призводить до швидкого морального старіння багатьох препаратів.
- Адаптивні властивості біологічного середовища. Віруси, грибки та бактерії пристосовуються до існуючих препаратів, що стимулює розробку нових ліків, таких як антибіотики та протівірусні засоби. Цей процес є безперервним.

Таким чином, унікальні риси фармацевтичної продукції мають значний вплив на бізнес-процеси управління фармацевтичним підприємством та зумовлюють основні підходи до його оптимізації.

Серед загальних характеристик, що виникають у сфері обігу, можна виділити відмінності фармацевтичної продукції за маркетинговою та сезонною складовою.

Відомо, що маркетингова складова впливає на попит на споживчі товари через модні тенденції. Але для фармацевтики такий вплив практично неможливий. Також відомо, що попит на деякі фармацевтичні товари залежить від сезонності. Але якщо є окремі види споживчих товарів, попит на які змінюється в залежності від сезону, то у випадку з фармацевтичною продукцією попит залежить лише від сезону

виникнення того чи іншого захворювання, який не завжди збігається з сезонами.

Нині використовуються різноманітні класифікації фармацевтичної продукції, які враховують лише властивості фармацевтичних товарів [3, 4]. Це, наприклад, класифікації за такими ознаками:

- технологічні умови зберігання;
- фармакотерапевтичні властивості;
- випадки клінічного застосування;
- упаковка;
- склад і лікарські форми та ін.

При цьому лише фармацевтична продукція може одночасно належати до однієї фармакотерапевтичної групи, але мати різний склад, або ж мати ідентичний склад, але відрізнитися виробником. У таких випадках ціна на товари може значно варіюватися, що обумовлено брендом виробника, рівнем довіри до нього, витратами на виробництво та маркетинг, а також регіональними особливостями ціноутворення.

Вся фармацевтична продукція відповідно до законодавства поділяється на такі групи [5]: рецептурні та безрецептурні, оригінальні та дженерики.

Жженеречна фармацевтична продукція поділяється на фірмові генерики (з унікальною назвою) та генерики (з міжнародною непатентованою назвою).

Фармацевтична продукція має також загальні ознаки класифікації, які можна визначити спільними з товарами споживання. За цими ознаками фармацевтична продукція розподіляється :

- за строками придатності: швидкопсувні фармацевтичні препарати та препарати з досить тривалим терміном придатності;
- за ступенем довговічності: препарати тривалого зберігання, лікарські засоби короткого терміну дії та одноразові лікарські засоби;
- за споживчими властивостями: основні лікарські засоби, обов'язкові додаткові лікарські засоби, взаємозамінні лікарські засоби та супутні лікарські засоби;
- за ознаками асортименту: за широтою, насиченістю, глибиною, раціональністю, гармонійністю, сталістю та новизною;

- за фактором попиту поділяються на препарати сталого попиту, пасивного, ексклюзивного, імпульсного та вибіркового попиту.

Проте такі класифікації не зовсім придатні для використання при розробці напрямів для підвищення економічної ефективності діяльності фармацевтичного підприємства. Отже доречно розробити таку класифікацію фармацевтичної продукції, яка дозволить використовувати її для оптимізації бізнес-процесів ринкового управління фармацевтичним підприємством.

Розглянемо особливості фармацевтичної продукції, які відрізняють їх від споживчих товарів і впливають за певними критеріями на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичного підприємства.

На рис. 1 наведено структуру критеріїв класифікації фармацевтичної продукції, що відрізняють її від товарів масового вжитку та чинять економічний вплив на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством.

Детальний розгляд класифікаційних ознак фармацевтичної продукції дозволяє глибше зрозуміти її специфіку та відмінності від товарів масового споживання.

1. Законодавчі критерії. Фармринок має широке правове регулювання [5, 6, 8, 9]. Серед найпотужніших законодавчих особливостей виділяється наявність обов'язкового соціального асортименту фармацевтичної продукції і обов'язкової певної кількості запасів у кожній точці продажу.

Для дотримання цих вимог виникають витрати на зберігання запасів соціальної фармацевтичної продукції і може бути таке, що маржа від продажів соціальної фармацевтичної продукції може бути нижчою за точку беззбитковості фармацевтичного підприємства.

У фармацевтичній галузі система регулювання торговельної націнки створює економічну невідповідність для реалізації дешевих соціально орієнтованих лікарських засобів за відсутності ефективних механізмів державної підтримки вітчизняних фармацевтичних виробників. Така підтримка може здійснюватися, зокрема, через державні закупівлі фармацевтичної продукції.

До ключових законодавчих особливостей належить також заборона на рекламу рецептурних лікарських засобів у ЗМІ. Відповідно до чинного регулювання, рекламні матеріали, що стосуються рецептурної

фармацевтичної продукції, можуть розміщуватися виключно в спеціалізованих виданнях для медичних працівників, таких як лікарі та провізори [6].

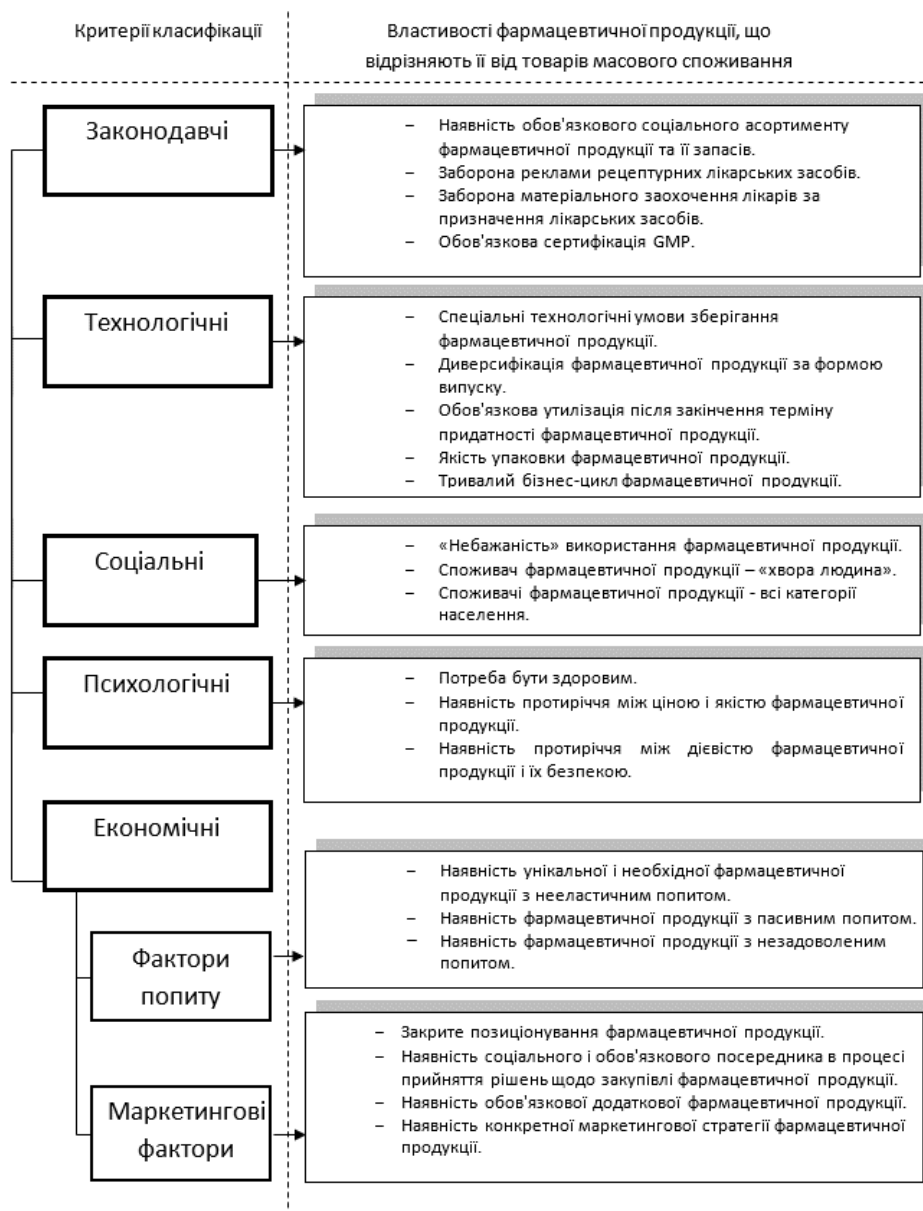


Рис. 1. Структура критеріїв класифікації фармацевтичної продукції, що відрізняють її від товарів масового вжитку

Крім того, законодавчо окреслено обмеження на фінансове стимулювання лікарів фармацевтичними компаніями, спрямоване на збільшення обсягів призначень або просування конкретних рецептурних препаратів. Це регулювання є особливо важливим в умовах відсутності в Україні обов'язкового медичного страхування та обмеженості бюджетних коштів, виділених на медикаментозне забезпечення.

Ще однією суттєвою вимогою є обов'язкова сертифікація відповідно до стандартів GMP (Good Manufacturing Practice). З одного боку, це сприяє підвищенню якості фармацевтичної продукції, але з іншого — призводить до значного зростання виробничих витрат, що своєю чергою підвищує кінцеву ціну лікарських засобів для споживачів.

2. Технологічні критерії.

Основними технологічними критеріями є обов'язкове підтримання спеціальних умов зберігання фармацевтичної продукції. До них можна віднести наступне:

- підтримання особливих кліматичних і температурних умов зберігання фармацевтичної продукції;
- наявність приміщень зі спеціальними технічними характеристиками для зберігання фармацевтичної продукції;
- використання спеціального обладнання для зберігання фармацевтичної продукції;
- підтримання санітарного режиму процесів фармацевтичного зберігання тощо.

Однак чим вище рівень відповідності якості фармацевтичної упаковки, тим вище її вартість, а це підвищує відпускну ціну для покриття відповідних витрат. Крім того, технологічні умови зберігання значно відрізняються для різних видів і форм фармацевтичної продукції.

Після закінчення терміну придатності деякі фармацевтичні товари втрачають ряд своїх фармакотерапевтичних властивостей і можуть бути продані, а інші стають отрутою і повинні бути утилізовані з дотриманням спеціальних технологічних умов. Таким чином, процес утилізації лікарських засобів є обов'язковою процедурою, яка потребує додаткових фінансових та матеріальних ресурсів для її належного виконання.

Важливою технологічною особливістю фармацевтичних препаратів є якість упаковки, оскільки вона визначає відносну безпеку фармацевтичних препаратів.

Ще однією технологічною особливістю фармацевтичної продукції є її бізнес-цикл. Бізнес-цикл фармацевтичної продукції дуже тривалий і включає такі основні етапи:

- створення молекули;
- розвиток інноваційних технологій;
- доклінічні та клінічні випробування фармацевтичної продукції;
- порядок затвердження фармацевтичної продукції;
- підготовка до виробництва фармацевтичної продукції;
- доведення фармацевтичного продукту до споживача;
- утилізація фармацевтичної продукції.

Іншими словами, виробництво фармацевтичних препаратів є досить наукомістким і витратним процесом.

Таким чином, ще однією технологічною особливістю фармацевтичного продукту є його велика інерція, що означає, що поява нового фармацевтичного продукту на ринку вимагає часу, як для налагодження виробництва, так і для створення та реєстрації оригінального фармацевтичного продукту [7].

3. Соціальні критерії.

Заглибимося в соціальні показники, які впливають на вжиток фармацевтичної продукції. По-перше, є «небажання» купувати продукт, а значить, споживач купуватиме фармацевтичний продукт тільки тоді, коли є потреба в житті і здоров'ї. Отже, остаточним споживачем цих фармацевтичних препаратів є не тільки «хвора» людина, а й її батьки, чи родичі, чи друзі. Іншими словами, споживачі охоплюють всі демографічні категорії.

Умови праці, повсякденне життя та звички людини також впливають на вжиток фармацевтичної продукції. Наприклад, молода людина неминуче буде використовувати певний фармацевтичний продукт для щонайшвидшого повернення до продуктивності, в той час як літня людина буде розглядати наявність всіх потенційних побічних ефектів.

Одночасно існує сегмент молодих людей, які не можуть жити без якогось фармацевтичного продукту (через необхідність або соціальну

звичку), а також частина літніх людей, які не приймають ніяких таблеток.

Однак є споживачі фармацевтичних препаратів, соціальні звички яких передбачають постійне використання цих товарів, визначення власної дози. Згодом для лікування небажаних побічних ефектів вони можуть споживати безліч інших фармацевтичних препаратів.

Це свідчить про те, що завжди існує група соціальних показників, що впливають на споживання фармацевтичної продукції.

4. Психологічні критерії.

Відмінною психологічною рисою серед споживачів фармацевтичної продукції є більш високий інтерес до прийняття рішень щодо вибору конкретного фармацевтичного продукту в порівнянні зі споживанням товарів масового вжитку.

Є групи споживачів, які не можуть або не хочуть відмовлятися від шкідливих звичок, пов'язаних з харчовими уподобаннями, курінням тютюну, надмірним вживанням алкоголю, витрачанням занадто багато часу на комп'ютер і так далі. Ці шкідливі звички, в свою чергу, змушують споживачів пом'якшувати свої негативні наслідки шляхом постійного використання певних видів фармацевтичної продукції. І навпаки, є групи споживачів, які послідовно стежать за своїм здоров'ям, відвідують лікарів, проходять діагностику і тим самим стають постійними споживачами відповідної фармацевтичної продукції.

Серед психологічних особливостей можна виділити наступні:

По-перше, постійна потреба у збереженні та відновленні здоров'я, бажання покращити якість життя та схильність до продовження тривалості життя. Купівля і споживання фармацевтичної продукції обумовлені тиском симптомів або відхиленнями від звичайного стану. Таким чином, споживачі фармацевтичної продукції мають психологічний набір потреб і мотивів, відмінних від споживання товарів масового вжитку.

По-друге, наявність протиріччя між ціною і якістю фармацевтичної продукції. Високу ціну на фармацевтичний продукт споживач сприймає як гарантію його ефективності та якості.

По-третє, наявність протиріччя між ефективністю та якістю фармацевтичної продукції. Існує значна категорія фармацевтичної продукції, яка вимагає зменшення небажаних побічних ефектів через

споживання додаткових лікарських препаратів, які за сукупною вартістю можуть значно перевищувати початкові.

Все це призводить до висновку, що в сучасних умовах фармацевтична продукція завжди має певний гарантований рівень попиту і конкретний показник споживання.

5. Економічні критерії.

Серед економічних характеристик найбільш впливовими факторами є попит і маркетинг. Попит на фармацевтичну продукцію формується наступними факторами:

- Роздрібні ціни на фармацевтичну продукцію та реальні доходи населення.
- Географічні та демографічні умови проживання в конкретному регіоні.
- Кліматичні та екологічні умови проживання в конкретному регіоні.
- Ергономічні умови праці та повсякденного життя населення.
- Національні та генетичні особливості населення конкретного регіону.
- Державна політика у сфері охорони здоров'я.
- Розвиток медичної та фармацевтичної науки та імплементація інноваційних методів діагностики.

І, як результат впливу цих факторів, утворюються специфічні групи фармацевтичної продукції, яку можна класифікувати виходячи з виду попиту:

- Фармацевтична продукція масового вжитку із задовolenим попитом.
- Унікальна та необхідна фармацевтична продукція з нееластичним попитом.
- Фармацевтична продукція з пасивним попитом.
- Фармацевтична продукція з незадовolenим попитом.

Фармацевтична продукція масового вжитку із задовolenим попитом є товарами із загальними характеристиками товарів масового вжитку та не має специфічних ознак, що утворюються внаслідок факторів попиту.

Особливості фармацевтичної продукції, зумовлені впливом попиту, проявляються через наявність унікальних та життєво необхідних

лікарських засобів із нееластичним попитом. Це означає, що в окремих ситуаціях споживачі готові придбати конкретний фармацевтичний продукт незалежно від його ціни, оскільки він не має замінників для вирішення специфічного фармакотерапевтичного завдання.

Є також фармацевтичні продукти з пасивним попитом, де інформація про їх фармакотерапевтичні властивості, якість та сценарії використання досі невідома кінцевому споживачеві.

Наявність фармацевтичної продукції з незадоволеним попитом має на увазі, що ці продукти недоступні та через аналоги попит на них задовольнити неможливо.

Ці процеси забезпечують фармацевтичним компаніям високу маржу і передбачувані стабільні продажі. І пояснюється тим, що споживачі будуть надійно чекати наявності необхідного їм фармацевтичного продукту за певною ціною.

Розглянемо більш детально характеристики фармацевтичної продукції, які формуються під впливом маркетингових факторів. Ексклюзивність позиціонування через статус - це такий фактор, що означає наявність певних видів фармацевтичної продукції, поширення інформації про фармакотерапевтичні властивості якої через канали «з вуст в уста» обмежене або майже неможливе. Тобто споживачі не обговорюють усно властивості певної фармацевтичної продукції через соціальну неприйнятність.

Наявність такої маркетингової характеристики суттєво перешкоджає поширенню інформації щодо властивостей фармацевтичних продуктів, що призводить до обмеження обсягів продажу.

Для подальшого з'ясування маркетингових особливостей фармацевтичної продукції доцільно визначити всі категорії її споживачів та сформувати послідовність процесу просування фармацевтичної продукції до кінцевого споживача. Таким чином, до категорій споживачів фармацевтичної продукції належать:

- Виробники фармацевтичної продукції, які використовують у технологічному процесі продукцію інших виробників як сировину.
- Держава як основний елемент соціального забезпечення населення фармацевтичними засобами.

- Фармацевтичні дистриб'ютори як посередники для забезпечення подальшої роздрібної реалізації фармацевтичних препаратів.
- Аптечні мережі для роздрібної реалізації фармацевтичної продукції.
- Проміжні споживачі (фармацевтичні працівники, медичні працівники, провізори та фармацевти), які виписують рецепти на лікарські засоби для їх використання в лікарнях, санаторіях, профілакторіях або для індивідуального використання споживачами.
- Кінцеві споживачі, які використовують фармацевтичну продукцію для особистого вжитку.

Послідовність руху фармацевтичного продукту до кінцевого споживача наведено на рис. 2.

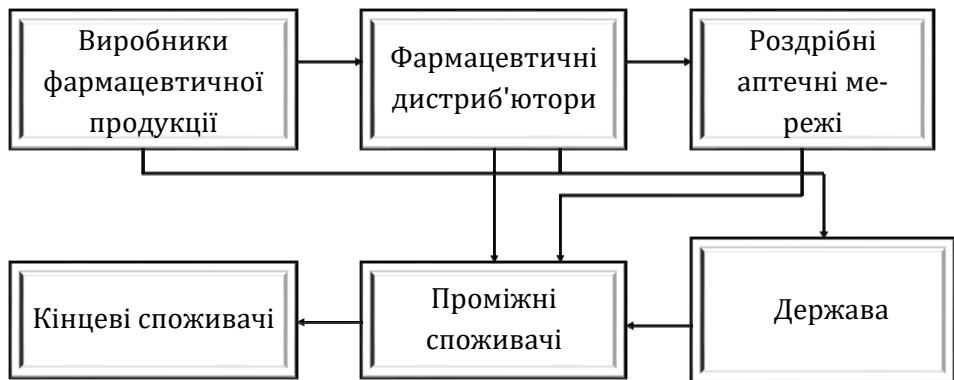


Рис. 2. Схема послідовності доставки фармацевтичної продукції до кінцевого споживача

Основною маркетинговою особливістю зазначеного процесу є присутність посередника, який відіграє важливу роль у процесі прийняття рішення про покупку кінцевим споживачем. Цим посередником може бути лікар, провізор, фармацевтичний спеціаліст або навіть знайомий.

Сучасні споживачі покладаються на фармацевтів та фармацевтичних спеціалістів, які виконують функції, подібні до функцій лікарів у різних галузях. Вони вимагають миттєвої діагностики та призначення лікарських засобів. У процесі дистрибуції фармацевтичної продукції кінцевому споживачеві можлива участь соціального посередника, яким може виступати знайомий, родич або випадковий покупець, що не

належить до категорії медичних представників. Формування такого соціального ланцюга в системі збуту є специфічним явищем для фармацевтичного ринку та не обов'язковим для інших товарних ринків.

Медичний представник є обов'язковим елементом у процесі реалізації фармацевтичної продукції відповідно до чинного законодавства. Згідно з міжнародними та національними нормативно-правовими актами, фармацевтичні компанії не мають права здійснювати прямий продаж своєї продукції кінцевим споживачам [5, 8, 10, 11]. У процесі продажу фармацевтичних препаратів обов'язково залучається медичний посередник, такий як лікар, провізор або фармацевтичний консультант. Важливо зазначити, що зазначений медичний посередник у процесі реалізації не є ані споживачем, ані покупцем фармацевтичної продукції, який просуває фармацевтична компанія.

Однією з ключових маркетингових особливостей фармацевтичної продукції є застосування специфічної маркетингової стратегії в процесі її реалізації кінцевим споживачам. Дослідження свідчать, що найуспішніші фармацевтичні продукти з точки зору обсягів продажів та отриманих доходів вирізняються наявністю чітко визначеної маркетингової стратегії. Прикладами таких стратегій можуть бути концепції, спрямовані на формування ціннісних орієнтирів, як-от «покращення якості життя», «планування сім'ї» або «економити на здоров'ї шкідливо».

Купуючи основний фармацевтичний продукт, споживачі неминуче купують супутні фармацевтичні засоби, щоб зменшити побічні ефекти, які виникають при застосуванні основного фармацевтичного продукту. Ця особливість, безсумнівно, сприяє збільшенню продажів усіх категорій фармацевтичної продукції. Більше того, маржа від продажу обов'язкових супутніх фармацевтичних товарів може бути значно вищою, ніж від продажу основного фармацевтичного продукту.

Ще однією важливою маркетинговою особливістю фармацевтичної продукції є постійна конкуренція між оригінальними та генеричними лікарськими засобами. Закінчення терміну патентного захисту оригінального препарату призводить до втрати виробником монопольного становища у відповідній ринковій ланці. Це стимулює фармацевтичні компанії розробляти та впроваджувати нові лікарські засоби до появи генериків. Такий підхід дозволяє компенсувати інвестиційні витрати

на створення інноваційних препаратів, підвищувати конкурентоспроможність компанії та забезпечувати значні прибутки. У результаті ці процеси сприяють постійному оновленню та розширенню асортименту фармацевтичної продукції на ринку.

Дослідження характеристик фармацевтичної продукції, які відрізняють її від товарів масового споживання, дозволяє виокремити основні класифікаційні критерії, здійснити аналіз їхніх властивостей та оцінити економічний вплив на бізнес-процеси фармацевтичних підприємств.

Виділені ознаки фармацевтичної продукції мають суттєвий вплив на бізнес-процеси управління ринком. Вони формують специфічні економічні показники, як-от додаткові витрати на зберігання, збільшення обсягів продажів, отримання додаткового маржинального доходу тощо [12]. Структура та характер економічного впливу цих ознак на бізнес-процеси управління ринком фармацевтичних підприємств зображені на рис. 3.

Зазначені класифікаційні ознаки можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на бізнес-процеси. З одного боку, вони сприяють підвищенню ефективності діяльності підприємств, а з іншого – призводять до зростання витрат, що потребує ретельного управління для мінімізації негативних наслідків.

Розглянемо види економічного впливу виокремлених класифікаційних критеріїв на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичними підприємствами.

Законодавчі критерії мають негативний вплив на бізнес-процеси фармацевтичних компаній, зокрема це проявляється у таких аспектах: збільшення витрат на зберігання соціальних фармацевтичних засобів, зниження або відсутність маржі від продажу, а також недоотримання прибутку внаслідок обмежень на рекламу та методи просування фармацевтичної продукції.

Технологічні критерії також мають негативний вплив, що призводить до додаткових витрат на дотримання специфічних технологічних умов зберігання та утилізації фармацевтичних препаратів. Соціально-психологічні критерії мають позитивний вплив, що призводить до збільшення маржинального доходу.



Рис. 3. Структура впливів критеріїв класифікації фармацевтичної продукції на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством

Серед впливів економічних критеріїв, які відносяться до негативних, можна виділити потенційне недоотримання прибутку від збуту фармацевтичних препаратів з пасивним та незадоволеним попитом, а також формування витрат на обов'язковий посередницький ланцюг збуту фармацевтичної продукції.

Серед позитивних впливів економічних критеріїв - висока маржа від продажу унікальних та життєво необхідних фармацевтичних препаратів з нееластичним попитом, зростання прибутковості від збільшення обсягів продажу за рахунок наявності обов'язкових комплементарних фармацевтичних препаратів, а також стратегії просування на ринку.

У табл. 1 наведено результати економічного впливу окремих критеріїв класифікації фармацевтичної продукції, що відрізняють її від товарів широкого вжитку, на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством.

Виокремлені відмінності фармацевтичної продукції виходять з їх специфічної природи, впливають на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством і дають підстави для наступних тверджень:

Визначення. Фармацевтична продукція - це товари спеціального призначення, які характеризуються критеріями класифікації, що вирізняють їх від споживчих товарів, і мають споживчу вартість, а їх кінцевий розподіл відбувається через аптечні мережі або аптеки.

Таблиця 1

Економічні результати впливу критеріїв класифікації фармацевтичної продукції на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством

№	Критерій	Тип впливу	Економічний вплив
1	2	3	4
1	Законодавчі	Негативний	Збільшення витрат на зберігання соціальних фармацевтичних препаратів. Мінімальна або відсутня маржа від продажу соціальних фармацевтичних препаратів. Відсутність доходу від реалізації через обмеження, встановлені законодавством, щодо реклами та методів просування фармацевтичних засобів.

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
2	Технологічні	Негативний	Збільшення витрат на забезпечення спеціальних технологічних умов для зберігання та утилізації фармацевтичних препаратів.
3	Соціальні	Позитивний	Збільшення маржинального доходу внаслідок стабільного зростання попиту та споживання фармацевтичних препаратів.
4	Психологічні	Позитивний	Постійний попит на фармацевтичну продукцію. Зростання маржинального доходу завдяки споживанню обов'язкових комплементарних фармацевтичних препаратів.
5	Економічні	Негативний	Зменшення прибутку від продажу фармацевтичних препаратів через наявність пасивного та незадоволеного попиту. Витрати на обов'язкову посередницьку ланку при збуті фармацевтичної продукції.
		Позитивний	Висока маржа від продажу унікальних та екстрених фармацевтичних препаратів з нееластичним попитом. Додатковий дохід від зростання продажів завдяки наявності обов'язкових супутніх фармацевтичних препаратів та реалізації відповідної маркетингової стратегії.

Наслідок з визначення. Асортимент фармацевтичної продукції включає лікарські засоби, дієтичні добавки, засоби гігієни, лікувальну косметику, продукція медичного призначення, товари дитячого призначення, медичний текстиль, діагностичні прилади, медичне обладнання тощо.

Твердження 1: Фармацевтична продукція чинить значний економічний вплив на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичними підприємствами.

Твердження 2: З огляду на економічний вплив фармацевтичної продукції на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичними підприємствами, доцільно здійснювати її класифікацію за такими критеріями: законодавчі, технологічні, соціальні, психологічні та економічні.

В результаті аналізу особливостей фармацевтичної продукції було вирішено наступні завдання:

- Визначено критерії, що відрізняють фармацевтичну продукцію від товарів широкого вжитку та впливають на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством.
- Розроблено класифікацію фармацевтичної продукції, яка враховує взаємозв'язки між цими характеристиками та бізнес-процесами ринкового управління фармацевтичним підприємством, на основі таких критеріїв: законодавчі, технологічні, соціальні, психологічні та економічні.

Наявність визначених характеристик фармацевтичної продукції зумовлює необхідність застосування спеціальних методів та моделей в управлінні продажами фармацевтичних підприємств та управлінні запасами. Це сприятиме підтримці конкурентоспроможності та ефективності вітчизняного фармацевтичного підприємства в довгостроковій перспективі.

2. Систематизація моделей та методів ринкового управління для фармацевтичних підприємств

На сучасному етапі розвитку ринкового управління, безперечно, стає головним вектором формування стратегії розвитку фармацевтичного підприємства. В умовах, коли комерційний успіх фармацевтичної продукції залежить не стільки від ефективності управління їх виробництвом, скільки від якості управління продажами, функції ринкового менеджменту в діяльності фармацевтичного підприємства є невід'ємними складовими процедур розробки корпоративної стратегії. Система ринкового менеджменту займає важливе місце не тільки в управлінні фармацевтичним підприємством, але й має вирішальне значення для державних органів, які беруть участь у прийнятті регуляторних рішень у фармацевтичному ринковому секторі.

На основі аналізу різних існуючих маркетингових моделей та методів управління фармацевтичним підприємством [13 - 16] виділемо їх

особливості та схожі елементи між ними. На даний час існує значна кількість усталених методів, однак відсутні чіткі критерії їхньої класифікації та обґрунтування доцільності використання. Усі методики здебільшого базуються на аналізі ринкових факторів і оцінці економічної ефективності впровадження фармацевтичного продукту. Серед них виокремлюють загальні маркетингові методи, які є універсальними для підприємств незалежно від галузевої спеціалізації, а також спеціалізовані методи, що розроблені виключно для фармацевтичної продукції та компаній.

Аналіз сучасних моделей і методів бізнес-процесів в управлінні маркетингом фармацевтичних компаній дозволяє узагальнити їх на основі кейсів їх оптимізації та використання (див. рис. 4).

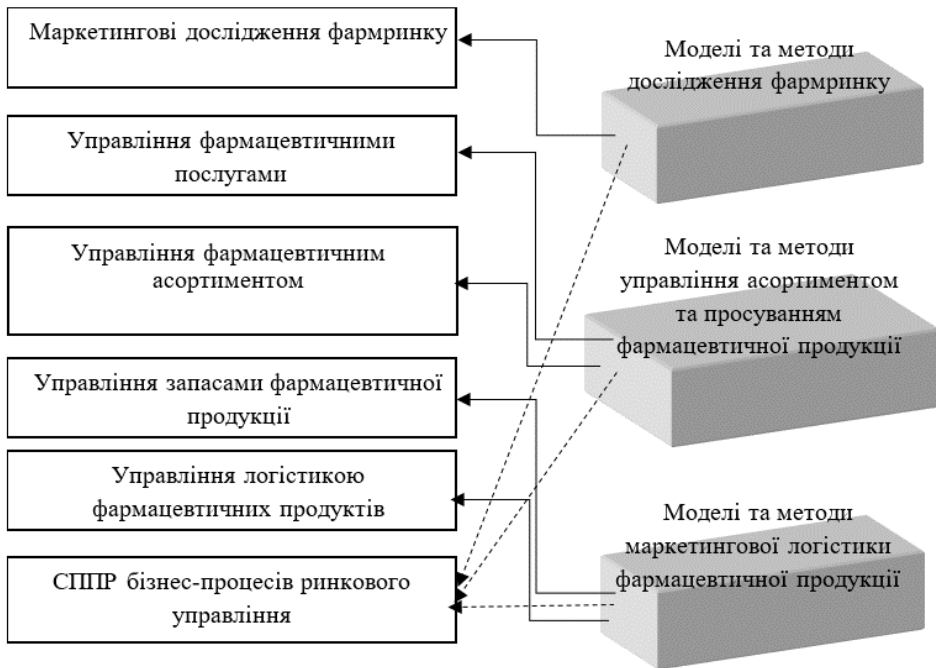


Рис. 4. Моделі та методи управління бізнес-процесами ринкового управління фармацевтичним підприємством

Далі детально розглянемо склад, функції і завдання кожної групи моделей і методів управління бізнес-процесами в фармацевтичних компаніях.

Методи дослідження фармацевтичного ринку виступають ефективним інструментом для отримання первинної аналітичної інформації про маркетингове середовище фармацевтичної продукції. Використання цієї сукупності методів формує інформаційну базу для управління фармацевтичним підприємством, що є ключовою у таких процесах, як оцінювання ринкових перспектив, вибір оптимальних методів просування продукції, планування асортименту, а також виявлення сильних і слабких сторін функціонування підприємства. До цієї групи належать методи маркетингового ситуаційного аналізу та сегментації фармацевтичного ринку.

Серед основних методів маркетингового ситуаційного аналізу можна виділити SWOT-аналіз, BCG-аналіз, GAP-аналіз, портфельний аналіз, DPM-аналіз, модель п'яти сил Портера, дельта-модель та матрицю Ансоффа. Ці методи поєднують кількісні та евристичні підходи до збору й обробки даних про маркетингові показники фармацевтичного ринку. Водночас вони здатні надати лише загальну оцінку маркетингової ситуації підприємства на конкретний момент часу, частково аналізуючи вплив зовнішнього середовища та формуючи загальні рекомендації для прийняття управлінських рішень.

Сегментація фармацевтичного ринку базується на аналітичних даних компаній, що спеціалізуються на дослідженнях фармацевтичного ринку, таких як IMS і Morion. Ці компанії надають інформацію про обсяги продажів фармацевтичної продукції за фармацевтичними компаніями та фармакотерапевтичними групами. Однак ці дані мають загальний характер і не враховують специфіки терапевтичних практик. Для більш деталізованої сегментації необхідно враховувати, що вибір лікарських засобів часто базується на симптомах захворювання, а не лише на їх фармакотерапевтичній класифікації. Більш того, препарати з різних терапевтичних груп можуть використовуватися для лікування одного захворювання, створюючи конкурентне середовище між собою.

Ще одним видом сегментації на фармринку є сегментація за показаннями до застосування лікарських засобів. Ця сегментація базується на конкретних сегментах або на випадках лікування конкретних захворювань. Іншими словами, вона оцінює одиниці спожитих фармацевтичних препаратів і не оцінює ринок у грошовому еквіваленті. Тому цей

вид сегментації не дає достатньо точних тенденцій розвитку фармацевтичного ринку.

Сегментація, що заснована на позиціонуванні фармацевтичної продукції на ринку, також має свої недоліки. Навіть одна-дві відмінні характеристики фармацевтичного продукту можуть призвести до відмінностей у його сприйнятті. Наприклад, позиціонування лікарського засобу як більш ефективного та дешевого.

Сегментування на основі груп споживачів фармацевтичних препаратів основана на визначенні хто є споживачами. При цьому важливо враховувати, що лікарі стаціонару та загальної практики мають різні цілі при призначенні ліків. Для першого - це ефективність, безпека, простота використання, доступність та наявність. Для другого додаються ще збільшення обігу ліжка, зменшення вартості одного ліжкодня тощо. Таким чином, різні призначення лікарів будуть впливати на варіації в групах споживачів фармацевтичних препаратів.

Прогнозування та аналіз попиту на фармацевтичні препарати є одним із ключових аспектів дослідження функціонування фармацевтичної компанії. Серед методів, що застосовуються для аналізу та прогнозування попиту на фармацевтичному ринку, широко використовуються евристичні підходи. До них належать методи експертних оцінок, опитування, презентації, а також врахування думок досвідчених торгових агентів.

Спільною характеристикою евристичних методів є їх орієнтованість на інтуїцію та практичний досвід. Їх застосовують, коли кількісні дані відсутні або їх отримання потребує значних фінансових витрат. Проте використання цих методів ускладнюється значними часовими витратами на обробку попередньої інформації.

Економіко-математичні методи аналізу й прогнозування попиту базуються на формалізації ринкових факторів і взаємозв'язків, що дозволяє отримати кількісну оцінку поточного попиту та прогнозувати його динаміку. Разом із тим ці методи мають певні обмеження: не всі фактори можуть бути формалізовані, а вплив стохастичних змін залишається частково непередбачуваним. Крім того, їх ефективне використання вимагає доступу до якісних і тривалих інформаційних даних.

Як евристичні, так і економіко-математичні методи аналізу та прогнозування попиту на фармацевтичному ринку потребують

застосування спеціалізованого прикладного програмного забезпечення для забезпечення високої точності та надійності отриманих результатів.

Методи маркетингової логістики фармацевтичної продукції поєднують в собі функції управління запасами, управління транспортуванням, розвиток інформаційних технологій, підвищення якості бізнес-процесів в управлінні фармацевтичним ринком, швидкість прийняття рішень у відповідь на зміни у зовнішньому середовищі.

Вирішення проблеми зниження витрат на зберігання фармацевтичних запасів та уникнення дефіциту передбачає пошук балансу між цими факторами, що досягається шляхом впровадження спеціалізованих методів маркетингової логістики. Складні моменти у використанні методів управління запасами фармацевтичної продукції пов'язані з наявністю численних факторів, що змінюються в часі і впливають на процеси управління запасами, наприклад наявні різні умови зберігання, терміни придатності препаратів, попит може бути стохастичним або детермінованим тощо. Крім того, наведена група методів потребує використання спеціалізованого програмного забезпечення. Зниження часу доставки фармацевтичної продукції разом зі зниженням загальних витрат на транспортування є ключовим фактором підвищення економічної ефективності фармацевтичних компаній. Дослідження в галузі організації маркетингових логістичних процесів для фармацевтичного сектору залишаються актуальними та перспективними. Водночас спостерігається розрив між теоретичними розробками та їх практичним застосуванням, що зумовлює необхідність проведення додаткових системних досліджень у сфері маркетингової логістики для фармацевтичних підприємств.

Задача управління перевезеннями фармацевтичних вантажів вирішується шляхом застосування економіко-математичних моделей. Зокрема, використання транспортних моделей дозволяє оптимізувати витрати на перевезення або скоротити час доставки. Це має особливе значення для препаратів із коротким терміном зберігання або в умовах дефіциту фармацевтичної продукції в торговельних точках.

Ефективне управління асортиментом фармацевтичної продукції є важливим інструментом підвищення операційної ефективності фармацевтичних підприємств. Воно дозволяє прискорити товарообіг,

зменшити надмірні запаси та знизити витрати, пов'язані зі зберіганням продукції. Формування асортименту та його управління можуть здійснюватися з використанням різноманітних методів, вибір яких залежить від обсягів та динаміки попиту.

Зважаючи на те, що ринковий асортимент фармацевтичної продукції постійно змінюється та розширюється, перед фармацевтичними компаніями виникає завдання вибору оптимальних методів і моделей управління асортиментом та організації просування продукції. У подальшому варто детальніше розглянути кожен із методів та реальні кейси їх застосування.

Структура сучасних моделей і методів управління асортиментом та просуванням фармацевтичної продукції представлена на рис. 5.

Найбільш поширеними методами кількісної оцінки асортиментної стратегії на сьогоднішній день є ABC та XYZ-аналіз [17].

В ABC-аналізі класи товарів класифікуються на основі конкретних показників ефективності торговельного процесу, таких як, наприклад, прибуток від реалізації, валовий або маржинальний дохід, рентабельність тощо.

XYZ-аналіз оцінює стабільність і коливання обраного показника ефективності торговельного процесу в грошовому або натуральному вираженні.

Але, зазначимо, що в умовах конкуренції високої конкуренції фармринку для ефективного управління економічними результатами діяльності фармацевтичного підприємства та забезпечення сталого розвитку, використання лише ABC- та XYZ-аналізу стає недостатнім.

Це пов'язано з тим, що наведені аналітичні методи можуть врахувати вплив не більше двох показників на ефективність процесу реалізації фармацевтичної продукції, тоді як вплив ринку є більш складним і не повністю дослідженим в рамках цих інструментів.

В умовах, що склалися, виникає необхідність врахування більшої кількості факторів, що безпосередньо впливають на процес реалізації фармацевтичної продукції, для ефективної оптимізації асортиментної структури.



Рис. 5. Сучасні методи управління асортиментом фармацевтичної продукції

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що ефективно управління бізнес-процесами на етапах оптової та роздрібної реалізації фармацевтичної продукції вимагає ретельного аналізу багатовимірних даних. Недостатній обсяг аналізованих даних може спричинити

зниження товарообігу, прибутковості та конкурентоспроможності фармацевтичного підприємства.

Останнім часом методи категорійного менеджменту набувають дедалі більшої популярності у фармацевтичній галузі. Їх використання спрямоване на аналіз та оптимізацію аптечного асортименту, оцінку продажів, покращення організації роботи торгових залів, взаємодію з постачальниками, а також управління запасами фармацевтичної продукції для мережевих аптек.

Водночас категорійний менеджмент має низку недоліків, які можуть знижувати його ефективність у фармацевтичних підприємствах. Зокрема, провізор або спеціаліст, який виконує функції категорійного менеджера, повинен володіти додатковими компетенціями у маркетингу, аналітиці, фінансах і менеджменті. Проблема полягає у дефіциті таких фахівців на ринку праці, високих витратах на їхню компенсацію або необхідності значних інвестицій у їхню професійну підготовку.

Окремі питання виникають у сфері управління асортиментом і запасами фармацевтичної продукції в межах ланцюга постачання. Відмінності у вимогах до зберігання та строках придатності препаратів в одній категорії спричиняють додаткові витрати, пов'язані зі зберіганням, що може впливати на загальну економічну ефективність підприємства.

Відкритим залишається питання географічного розташування аптек, що здійснює вплив на структуру фармацевтичної категорії. Тобто, структура асортименту міської аптеки може відрізнятися від структури асортименту сільської аптеки тієї ж мережі. Це, в свою чергу, зумовлює необхідність розширення команди категорійних менеджерів. Крім того, зі збільшенням кількості асортиментних позицій і контрагентів значно ускладнюється управління різноформатною фармацевтичною продукцією в рамках категорійного менеджменту. Розгляд фармацевтичної категорії як окремої структурної бізнес-одиниці супроводжується складнощами у визначенні її фінансових результатів. Це зумовлено комплексністю бізнес-процесів, які охоплюють кілька рівнів управління та взаємодії.

Додатковою проблемою в організації категорійного менеджменту у фармацевтичних компаніях є внутрішня конкуренція між категоріями. Кожен категорійний менеджер фокусується виключно на досягненні цілей своєї категорії, що може спричинити конкуренцію за обмежений

полічний простір, маркетингові бюджети, ресурси для мотивації персоналу тощо. У результаті виникають конфлікти між категоріями, які можуть суперечити загальній стратегії компанії. Такі розбіжності негативно впливають на збалансованість категорійного менеджменту, знижуючи його ефективність у досягненні загальнокорпоративних цілей.

Ще одним методом аналізу асортименту фармацевтичної продукції, його стабільності та конкурентоспроможності є рольовий аналіз. Відповідно до цього методу, всю фармацевтичну продукцію необхідно розділити на певні групи:

- Генератори готівки – добре відомі та брендові товари.
- Маловідомі товари, але аналоги брендів.
- Фасилітатори покупок – товари імпульсного та пасивного попиту, супутні товари.
- Товари з високою часткою в загальному обсязі продажів і товари з високою націнкою.
- Іміджмейкери та унікальна фармацевтична продукція.

На практиці, залежно від змін зовнішніх ринкових умов, фармацевтична продукція може швидко змінювати свою належність до різних категорій або одночасно відноситися до декількох груп. Ефективність просування такої продукції відіграє ключову роль у забезпеченні прибутковості фармацевтичного підприємства. Для досягнення цієї мети в сучасних аптечних мережах застосовуються різноманітні інструменти, зокрема: діяльність медичних представників, впровадження дисконтних програм, використання мерчандайзингу, зонування торгових площ та організація акційних заходів.

Через медичних представників фармацевтичних компаній можна просувати фармацевтичну продукцію ще до надходження в аптечну мережу. Це пов'язано з обмеженими рекламними можливостями для рецептурних препаратів, а також з ефективністю презентації фармацевтичної продукції при особистому спілкуванні. Основна мета медичного представника - виконання планових показників продажів і збільшення обсягів продажів. Досягнення цієї мети забезпечується шляхом інформування лікарів про фармацевтичну продукцію та сучасні методи лікування, формування позитивного іміджу фармацевтичної компанії, а також розповсюдження рекламно-інформаційних матеріалів з

метою стимулювання виписування рецептів лікарями та збільшення обсягів закупівель аптечними мережами.

Недоліком просування за допомогою цього методу є висока вартість, яка включає в себе зарплату медичного персоналу, витрати на рекламні матеріали, логістичні витрати тощо. Однак особисті стосунки між медичним представником і лікарем не може замінити навіть найкреативніша реклама. Це пов'язано з тим, що реклама не може дати відповіді на виникаючі питання щодо властивостей фармацевтичних препаратів. Наприклад, як вживати фармацевтичний продукт (розжовувати, розчиняти в рідині чи ковтати не розжовуючи).

Метою впровадження дисконтної програми є підвищення прибутковості підприємства шляхом збільшення рівня лояльності споживачів. Однак застосування цього методу має певні недоліки, зокрема ризик зловживань з боку персоналу, що створює етичну проблему. Наприклад, можливі ситуації, коли працівники свідомо затримують обробку дисконтного чека, внаслідок чого покупець сплачує товар за повною вартістю, після чого чек обробляється зі знижкою, а різниця незаконно привласнюється персоналом. Крім того, дисконтні програми здебільшого орієнтовані на споживачів із невеликим рівнем доходу, що може обмежувати їхню ефективність у залученні ширших верств клієнтів. Серед економічних питань особлива увага приділяється втраті спочатку зниженої суми при випадкових покупках і втраті прибутку при накопичувальній системі знижок.

Мерчандайзинг фармацевтичної продукції охоплює розміщення лікарських засобів на полицях аптек, а також розробку й розташування рекламних матеріалів у місцях із високою прохідністю. Цей метод є ефективним, насамперед, для популярних брендів безрецептурних фармацевтичних препаратів. Однак його обмежують такі фактори, як недостатність торговельних площ і неможливість застосування для рецептурних препаратів.

Зональний мерчандайзинг фармацевтичної продукції передбачає організацію вітрин у торгових точках із метою збільшення кількості зон, які охоплюють маршрути руху споживачів. Попри його потенційні переваги, цей метод стає малоефективним у аптеках із обмеженою площею торгівлі, а також у сільських районах, де асортимент здебільшого

складається з товарів першої необхідності та соціально значущих лікарських засобів.

Рекламування фармацевтичної продукції регулюється законодавством, яке дозволяє рекламу лише безрецептурних препаратів, що не входять до переліку заборонених до рекламування лікарських засобів. Для рецептурних препаратів реклама дозволена лише у спеціалізованих медичних виданнях, що значно звужує можливості маркетингового впливу на споживачів.

Різноманітні акції залишаються важливим інструментом залучення потенційних споживачів фармацевтичної продукції. Вони можуть включати такі формати, як «Подарунок при покупці», «Купи один — отримай другий зі знижкою», «Знижка 25% на другий ідентичний товар» тощо. Водночас акції, проведені у співпраці з фармацевтичними компаніями, часто спрямовані на збільшення реалізації лише конкретного продукту, що призводить до перерозподілу продажів між конкуруючими товарами в межах однієї мережі. Крім того, акції на дешевші лікарські засоби, спрямовані на підвищення лояльності споживачів, можуть призводити до зниження продажів дорожчих препаратів, що, у свою чергу, негативно впливає на загальну прибутковість аптечного бізнесу.

Слід також враховувати, що споживачі можуть бути незацікавленими у придбанні акційних лікарських засобів. Хоча можливість придбати товар за акційною ціною може приваблювати постійних клієнтів, така практика може виявитися не вигідною для аптеки. Це зумовлено тим, що споживачі, здійснивши більшу покупку лікарських засобів під час акції, зменшують частоту відвідування аптечних точок, що може негативно впливати на загальний обсяг продажів.

Аналіз представлених моделей та методів ринкового управління діяльністю фармацевтичних підприємств дозволяє зробити висновки щодо доцільності та умов використання кожного з них. Незважаючи на значну кількість методів реалізації функцій ринкового управління, кожен із них здебільшого вирішує лише окремі локальні задачі. У цьому контексті потребує удосконалення інтегрований механізм прийняття управлінських рішень, який би охоплював усі етапи — від формування асортименту фармацевтичної продукції до надання фармацевтичних послуг.

Запровадження систем ринкового менеджменту створює основу для підвищення ефективності стратегічних та оперативних управлінських рішень. Це досягається шляхом аналізу довгострокових тенденцій розвитку фармацевтичної галузі, вивчення закономірностей попиту на лікарські засоби та споживчих запитів, оцінки привабливості цільових ринків, а також визначення конкурентоспроможності фармацевтичного підприємства.

Все вищезазначене підтверджує необхідність постійного вдосконалення методів та моделей імплементації системного ринкового управління в бізнес-процеси фармацевтичного підприємства.

Література

1. Гончар В.І. Механізми регулювання економічної концентрації на фармацевтичному ринку України. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2019. № 27. С. 127–134.
2. Копішинська К.О., Васильцова Т.В. Напрями технологічного розвитку виробництва фармацевтичних підприємств. Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор». 2020. Випуск 5 (61). С. 72–76.
3. Баєва. О.В. Менеджмент у галузі охорони здоров'я / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://uchebnikionline.ru/medecina/menedzhment_u_galuzi_ohoroni_zdorovya_-bayeva_ov/menedzhment_u_galuzi_ohoroni_zdorovya_-bayeva_ov.htm
4. Шабельник Т.В. Аналіз впливу особливостей фармацевтичних товарів на бізнес-процеси маркетинго-орієнтованого управління. Економіст: науковий та громадсько-політичний журнал. Київ. 2013. №11. С. 46 – 48.
5. Закон України «Про лікарські засоби» / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws>
6. Закон України «Про рекламу» / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.yuricom.com/ua/stattya-3-zakonodavstvo-pro-reklamu>
7. Мех О.А. Наукоємність фармацевтичної продукції як ступінь конкурентоспроможності виробника. Наука та наукознавство. 2008. №1. С.58–67.
8. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws>
9. Про державну реєстрацію лікарського засобу: Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 898 від 4 серпня 2017 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.dec.gov.ua/index.php/ua/nakazi-moz-shchodo-reestratsiji-taperereestratsiji-lz/1973-nakaz-moz-ukrajini-vid-04-serpnya-2017-r-898>
10. IMS Health официальный сайт / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: imshealth.com
11. Sorenson C. The Health Policy Bulletin of the European Observatory on Health Systems and Policies. 2009. V. 11 (N 1). 12 p.

12. Сас Л., Гвоздик Р., Михайлюк М. Роль економічної діагностики бізнес-процесів у стратегічному розвитку фармацевтичних підприємств. Цифрова економіка та економічна безпека. 2023. № 9 (09). С. 31-35.
13. Мнушко З.М., Куценко С.А., Дорохова Л.П. Розвиток логістичного моделювання діяльності оптових фармацевтичних підприємств на вітчизняному ринку. Фармац. журн. 2005. № 5. С. 3–7.
14. Zakharko N. V., Sahaidak-Nikitiuk R. V., Gretska H. A. Risk management of the logistics activities in the field of the foreign economic activity of a pharmaceutical enterprise. Соціальна фармація в охороні здоров'я. 2019. Т. 5. № 4. С. 23–30
15. Посилкіна О.В. Сагайдак Р.В., Громовик Б.П. Фармацевтична логістика: монографія / За ред. О.В. Посилкіної. Харків: В-во НфаУ; Золоті сторінки, 2004. 320 с.
16. Шабельник Т.В. Маркетинго-орієнтоване управління фармацевтичним підприємством: моделі та методи: монографія. Полтава: ПУЕТ. 2015. 312 с.
17. Громовик Б.П. Гасюк Г.Д., Левицька О.Р. Проектування рішень щодо управління асортиментом лікарських засобів за допомогою ABC- і XYZ-аналізу. Фармац. журн. 2005. №1. С.10 –15.

Специфікація та параметризація моделей масової поведінки у зовнішньому та внутрішньому середовищах підприємств

к. е. н., доц. Хорошун В. В.

Запорізький національний університет

к. е. н., доц. Солодухін С. В.

ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»

Одними з основних етапів проектування моделей стадної поведінки, що враховують особливості досліджуваної предметної області та відповідні вимоги щодо їх практичного застосування є їх специфікація та параметризація, причому фундамент адекватності та перспектив практичного застосування моделі закладається саме на цих двох етапах. Під специфікацією моделей у даній роботі розуміється визначення аналітичної форми моделі, включно з вибором її математичного уявлення і набору змінних (відбір факторів та вибір виду рівняння). Під параметризацією моделей розуміємо проведення числового оцінювання параметрів моделі на основі аналізу зібраної статистики. В рамках даного дослідження всі ці завдання та підзавдання доцільно об'єднати в одне загальне ціле, оскільки побудова моделей масової поведінки в управлінні підприємствами є ітеративним процесом, в ході якого, з огляду на високий ступінь невизначеності досліджуваної системи, досліднику потрібно буде неодноразово переходити між етапами специфікації та параметризації, коли, наприклад, незадовільна якість моделі, виявлена за результатами параметризації, зажадає повернення до етапу

специфікації і корекції набору змінних або вихідних рядів даних, після чого буде потрібно повторне проведення параметризації.

Основними проблемами, які виникають в процесі моделювання масової поведінки у зовнішньому і внутрішньому середовищах підприємств, є:

1. Формування набору змінних моделі – необхідно з урахуванням особливостей досліджуваного об'єкта вибрати набір факторів, від яких залежить вірогідність виконання представником популяції деякого рішення або прийняття ним деякого стану з урахуванням стадної поведінки. Значною мірою це завдання було вирішено в роботі раніше: було виділено ключові фактори, які повинні враховуватися у всіх моделях масової поведінки незалежно від того, для якої предметної області вони створюються (відсоток представників популяції, які вже виконали певну дію або прийняли певний стан; авторитет представників популяції в очах один одного, індивідуальна схильність до стадної поведінки). Однак залишається відкритим питання додаткових чинників (крім чинників, безпосередньо пов'язаних зі стадною поведінкою). У процесі параметризації конкретної моделі необхідно здійснити відбір таких факторів для включення у модель.

2. Визначення ступеня агрегації вихідних даних. З точки зору точності моделювання ідеальним варіантом була б відсутність будь-якої агрегації – тобто розгляд кожного представника популяції окремо, проте на практиці, як правило, це не можливо, особливо коли мова йде про велику популяцію. Так, якщо йдеться про стадні ефекти при вивченні організаційного опору у колективі чисельністю 15-20 осіб, то можна обійтися без агрегації, проте коли мова йдеться про стадні ефекти при вивченні поведінки споживачів, то буде неможливим навіть ідентифікувати всіх представників популяції, не говорячи вже про організацію їх індивідуального врахування. Таким чином, ступінь агрегації вихідних даних (переважно у формі об'єднання представників популяції до деяких однорідних груп) повинне представляти собою компроміс між необхідним ступенем деталізації і витратами на організацію збору та обробки даних [1].

3. Визначення математичного вигляду моделі, тобто способу включення факторів у модель, грубо кажучи, необхідно створити формулу, за якою буде розраховуватися ймовірність виконання представником

популяції деякого рішення або прийняття ним деякого стану з урахуванням стадної поведінки на основі значень вихідних факторів. Стандартними підходами є включення значень вихідних показників у адитивному або мультиплікативному виглядах, але також можливе використання більш складних модельних конструкцій. У даному випадку критерієм вибору на користь того чи іншого підходу є точність підсумкової моделі та її здатність бути використаною для практики прийняття рішень.

4. Формування часових рядів для розрахунку коефіцієнтів моделі. Ця проблема є дуже актуальною, оскільки для оцінки коефіцієнтів моделі необхідна історія спостережень, яка у випадку зі стадною поведінкою не завжди доступна в прийнятному вигляді. Тому:

- по-перше, фактори масової поведінки не входять до основних наборів офіційної статистики, що вимагає цілеспрямованої роботи над її формуванням на додаток до стандартної статистики і звітності підприємств;
- по-друге, масова поведінка не завжди проявляється з деякою постійною частотою, що потребує вирішення окремого завдання формування відповідних часових рядів навіть за наявності статистики вихідних факторів.

Часові ряди можна формувати при різних для різного кроку моделях, а вихідні дані часто представлені не в тому вигляді, у якому вони необхідні для моделі, а, наприклад, у вигляді, відповідному заведеним порядком формування звітності на підприємстві, що вимагає здійснювати перерахунок значень вихідних показників при формуванні рядів даних для моделей [3].

Слід особливо підкреслити, що в даному випадку мова йде не про створення моделей для виконання якогось одного дослідження, а про створення моделей, які будуть систематично використовуватися на підприємстві для вирішення певного кола завдань.

Така постановка завдання, з одного боку, накладає додаткові вимоги на моделі з точки зору їх якості та практичного застосування, але з іншого, створює додаткові можливості завдяки виділенню додаткових ресурсів. Якби йшлося про створення моделей одноразового використання для виконання якогось одного дослідження, то дослідник зіткнувся б з обмеженим набором вихідних даних, відсутністю

поповнення рядів даних додатковими вимірами, неможливістю впливати на збір даних на підприємстві та іншими обмеженнями.

Якщо ж мова йде про створення моделей, які будуть систематично використовуватися на підприємстві для вирішення певного кола завдань, то у дослідника є можливість ставити перед керівництвом підприємства завдання організації оптимального збору необхідних даних, проектувати процес дослідження та домагатися виділення необхідних ресурсів.

Тому в даній роботі розглядається більше сприятливий випадок, з точки зору моделювання, що дає можливість не просто задовольнятися доступними вихідними даними, а ставити завдання щодо створення оптимальної моделі та улаштування під неї системи забезпечення вихідними даними.

Таким чином, у процесі параметризації моделей масової поведінки у зовнішньому та внутрішньому середовищах підприємств необхідно вирішити такі завдання:

- сформувати набір змінних моделі;
- вибрати тип моделі;
- виконати агрегацію вихідних даних (якщо представників їх популяції надто багато, щоб включити всіх до моделі);
- вибрати крок моделі;
- сформувати ряди динаміки для подальшого розрахунку коефіцієнтів при змінних моделі;
- розрахувати коефіцієнти при змінних моделі;
- оцінити точність та якість моделі [4].

Що стосується агрегації, то вона проводиться шляхом створення на основі даних великої кількості представників популяції умовних укрупнених представників вибірки, значення характеристик, які розраховуються як середні значення характеристик представників популяції, об'єднаних в укрупнені елементи вибірки.

Універсального способу агрегації не існує, але стосовно завдань моделювання стадної поведінки, можна запропонувати здійснювати агрегацію за віковою, географічною, соціальною ознакою і т.п. (якщо представниками популяції є люди) і розміром, часткою ринку, географічним розташуванням, чисельністю працівників і т.п. (якщо представниками популяції є підприємства). Також можна попередньо

класифікувати представників популяції з використанням методів кластерного аналізу [5].

При вирішенні завдання визначення кроку часових рядів вихідних і, відповідно, кроку моделі, необхідно визначити, на які діапазони часу розбивається вибірка. Важливість цього завдання ілюструє рис. 1, на якому показано два випадки: вибірка, розбита на проміжки тривалістю в один тиждень, та вибірка, розбита на проміжки тривалістю в один день. Рисунок 1 ілюструє вчинення деякої дії А представниками популяції в кількості 10 і показує, що зменшення кроку моделі може істотно підвищити точність моделі при збереженні незмінним розмір вибірки [2].

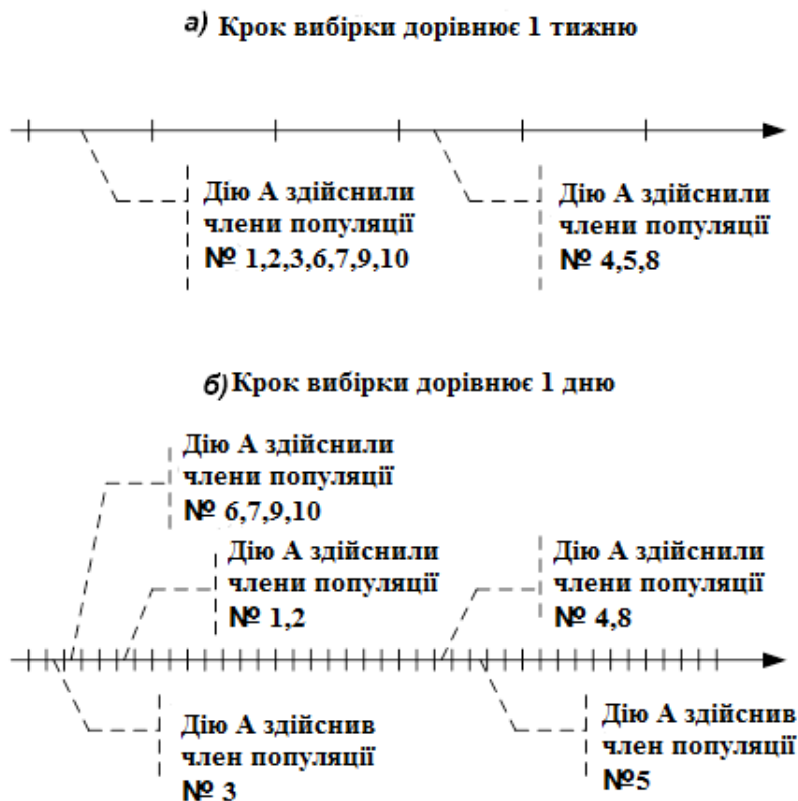


Рис. 1. Ілюстрація вибірок з кроком в один тиждень та в один день

Джерело: Розроблено авторами

Як видно з рис. 1, у випадку (а) ряд даних складається фактично з двох спостережень, що унеможлиблює параметризацію відповідної моделі, а у випадку (б) є вже п'ять різних спостережень, що дозволяє зробити певні висновки про те, як вчинення певної дії А представниками популяції впливає на вчинення такої дії іншими представниками популяції у майбутніх періодах часу. У випадку (а), з точки зору моделі виходить, що представники популяції {4, 5, 8} приймають рішення, коли їм відомо про вчинення дії представниками популяції {1, 2, 3, 6, 7, 9, 10}, однак при зменшенні кроку деталізація істотно зростає та виявляється, що представники популяції {6, 7, 9, 10} приймали рішення, в тому числі керуючись діями представників популяції {1, 2, 3}, у той час як у випадку (а) передбачалося б, що у них така інформація була відсутня.

Таким чином, представляється можливим сформулювати специфічну особливість моделей масової поведінки, яка відрізняє їх від стандартних [2] моделей рядів даних та накладає особливі вимоги до формування рядів динаміки: з точки зору проявів стадної поведінки неважливо, у який період часу представник популяції виконав певну дію або прийняв певний стан, а важливі значення вихідних параметрів на момент виконання дії або прийняття стану. Виходячи з цього, ряди даних не обов'язково повинні формуватися в хронологічній послідовності, проте обов'язково повинна бути зафіксована «моментальна фотографія» ситуації, зокрема, значення як специфічних факторів (схильність представника популяції до стадної поведінки, авторитет інших представників популяції в очах досліджуваного, відсоток представників популяції, які вчинили таку ж дію або прийняли той самий стан), так і додаткових факторів.

Ідеальним випадком було б складати вибірки не в розрізі періодів часу, а в розрізі вчинення дій представниками популяції, проте на практиці такий підхід у більшості випадків реалізувати неможливо з огляду на те, що суб'єкти не звітують перед дослідником про кожний факт вчинення дії, а скоріше дослідник фіксує виміри з певною періодичністю. Тому на практиці крок вибірки повинен являти собою компроміс між максимізацією кількості спостережень, доступних для інтерпретації та включення до моделі, і мінімізацією витрат часу та коштів на збір відповідних даних (яка прямо пропорційна складності моделі).

Завдання максимального поділу окремих актів вчинення дій (у розрізі періодів часу) у математичному вигляді може бути формалізована таким чином (використовуються умовні позначення, введені у роботі раніше для базових моделей масової поведінки у зовнішньому та внутрішньому середовищах підприємств):

$$\sum_{t=1}^T \left(\min \left(1; \sum_{k=1}^K A_{k,m}^t \right) \right) \rightarrow \max \quad (1)$$

Тобто, мова йде про максимізацію кількості окремих періодів часу, коли дію здійснювали різні представники популяції. Якщо в якийсь період часу дія здійснювалась відразу кількома представниками популяції, то у цільовій функції це враховується тільки один раз (вираз

$\min \left(1; \sum_{k=1}^K A_{k,m}^t \right)$ може приймати значення або 0, якщо дію у даному періоді часу не здійснив жодний представник популяції, або 1, якщо дію здійснили кілька представників популяції).

У якості альтернативи можна сформулювати завдання вибору оптимального розміру кроку у формі оптимізаційної задачі з такою цільовою функцією (максимізації розміру кроку моделі):

$$s \rightarrow \max \quad (2)$$

В оптимізаційній моделі буде такий набір обмежень:

$$\begin{cases} \sum_{s=1}^{L_{\max}} \left(\min \left(1; \sum_{k=1}^K A_{k,m}^{l,s} \right) \right) \geq Q_{\min}; \\ s \in \mathbb{N}. \end{cases} \quad (3)$$

де l – мінімально можливий розмір кроку (наприклад, 1 день);

$L_{\max}$ – максимально можливий розмір кроку (наприклад, 365 днів);

$Q_{\min}$ – мінімально допустима у моделі кількість окремих періодів часу, коли дія здійснювалась різними представниками популяції (як правило, обумовлено особливостями методів, які використовувались для розрахунку коефіцієнтів моделі, або можна встановити дане

обмеження у вигляді пропорції:
$$\frac{\sum_{s=1}^{L_{\max}} \left(\min \left(1; \sum_{k=1}^K A_{k,m}^{l:s} \right) \right)}{K} \geq 0,5$$
, тобто як мінімум половина рішень повинна бути прийнята в унікальні періоди часу);

N – позначення безлічі натуральних чисел, тобто S має бути цілим позитивним числом.

Таким чином, було запропоновано оптимізаційну задачу визначення оптимального кроку моделі масової поведінки шляхом максимізації кроку моделі з урахуванням обмежень на мінімально допустиму у моделі кількість окремих періодів часу, коли дія здійснюється різними представниками популяції. Вирішення цього завдання дозволяє обрати такий крок моделі, при якому розмір кроку буде максимальним (що знижує складність завдання збору даних завдяки зменшенню обсягів зібраних даних та частоти виконання операцій зі збору даних), але при цьому кількість окремих періодів часу, коли дія здійснювалася різними представниками популяції, буде достатньою для моделювання. Тобто, розв'язання задачі спрямоване на досягнення балансу між складністю збору даних та їх достатністю для моделювання.

Загальну послідовність дій при параметризації моделей масової поведінки в рамках даного підходу представлено на рис. 2.

На першому етапі здійснюється збір та підготовка вихідних даних. Оскільки тип моделі і, відповідно, конкретний набір змінних, а також крок моделі на даному етапі часто невідомі, то доцільно збирати максимально докладні дані щодо максимальної кількості факторів, які можуть впливати на досліджуване явище чи процес.

На другому етапі здійснюється вибір типу моделі, включаючи вибір залежної змінної та набору факторів (враховуючи як специфічні для моделей масової поведінки чинники, такі як авторитет представників популяції в очах один одного, схильність до стадної поведінки, відсоток представників популяції, які вже виконали відповідні заходи і т. д., так і додаткові фактори, відповідні особливостям досліджуваної предметної області).

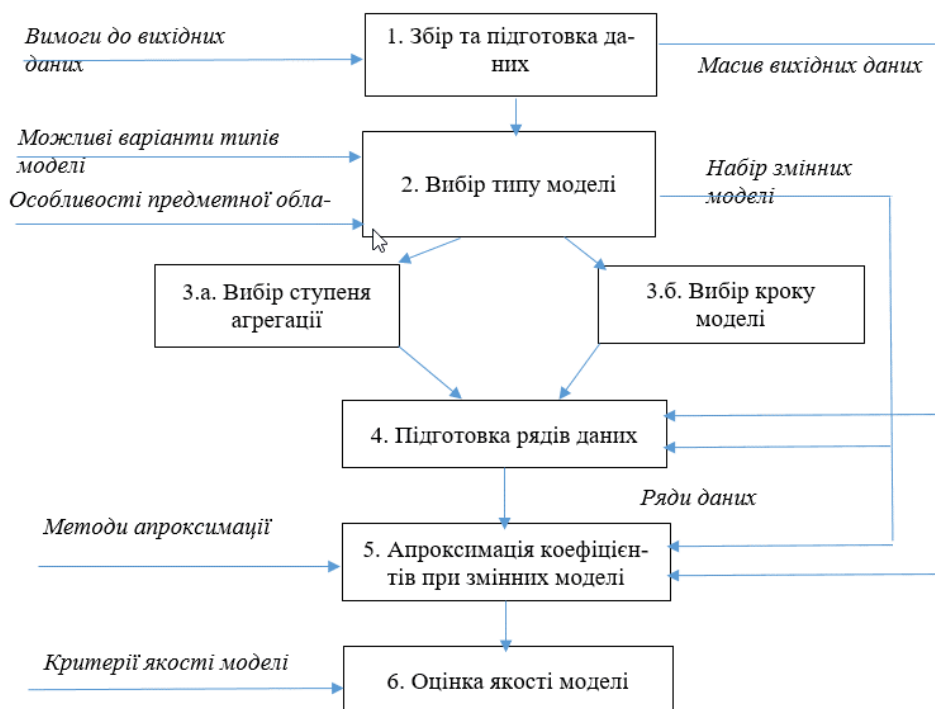


Рис. 2. Послідовність дій при параметризації моделей масової поведінки

Джерело: Розроблено авторами

На третьому етапі здійснюється вибір ступеня агрегації вихідних даних (якщо представників популяції занадто багато) та вибір кроку моделі (в тому числі, наприклад, з використанням оптимізаційної моделі вибору кроку моделі). На етапі підготовки рядів даних вихідні дані перетворюються в ряди даних, придатних для використання у якості вхідних даних для моделей апроксимації, зокрема, виконуються розрахунки значень факторів моделей, які використовуються не в вихідному, а в розрахунковому вигляді.

На наступному етапі здійснюється апроксимація коефіцієнтів при змінних моделі з використанням стандартних методів (наприклад, методу найменших квадратів).

На п'ятому етапі виконується оцінювання якості моделі, зокрема, з використанням таких показників, як середня помилка апроксимації

(наприклад, середня абсолютна помилка, середня абсолютна помилка у відсотках). Якщо оцінювання якості моделі покаже задовільні результати, то модель можна використовувати на практиці прийняття управлінських рішень, в іншому випадку процес повторюється з внесенням певних коректив (наприклад, коригується набір факторів, знижується ступінь агрегації вибірки, змінюється крок моделі і т.п.) [2].

Таким чином, запропоновано науково-методичний підхід до параметризації моделей масової поведінки, що передбачає формування даних на основі фіксації значень факторів перед виконанням досліджуваним суб'єктом певної дії або прийняття певного стану. Підхід передбачає такі етапи, як: збір і підготовка даних, вибір типу моделі, вибір ступеня агрегації та кроку моделі, підготовка рядів даних, апроксимація коефіцієнтів та оцінювання якості моделі, що дозволяє знизити витрати часу й зусиль на параметризацію моделей масової поведінки.

Основні особливості запропонованого підходу до параметризації моделей стадної поведінки включають:

- орієнтацію не на динаміку показників у часі, а на фіксацію «моментальної фотографії» ситуації перед виконанням представником популяції певної дії або прийняття певного стану, зокрема, значень факторів, специфічних для моделей масової поведінки, і додаткових факторів, специфічних для досліджуваної предметної області;
- виділення завдань вибору ступеня агрегації та вибору кроку моделі (включаючи оптимізаційні завдання визначення кроку вибірки на основі критерію максимізації кроку вибірки при одночасній максимізації кількості зафіксованих дій або змін стану представників популяції) з урахуванням специфіки моделей масової поведінки.

Виділено основні етапи параметризації моделей масової поведінки, включаючи збір і підготовку даних, вибір типу моделі, вибір ступеня агрегації, вибір кроку моделі, підготовку рядів даних, апроксимацію коефіцієнтів при змінних моделі та оцінювання якості моделі. Аргументовано, що з точки зору проявів стадної поведінки, неважливо, у який період часу представник популяції виконав певну дію або прийняв певний стан, а важливі значення вихідних параметрів на момент виконання дії або прийняття стану. Ряди даних не обов'язково повинні

формуватися у хронологічній послідовності, проте обов'язково має фіксуватися «моментальна фотографія» ситуації, зокрема, значення як специфічних факторів (схильність представника популяції до стадної поведінки, авторитет інших представників популяції в очах досліджуваного, відсоток представників популяції, що здійснили дану дію або прийняли даний стан), так і додаткових факторів. Запропоновано оптимізаційне завдання визначення оптимального кроку моделі масової поведінки шляхом максимізації кроку моделі з урахуванням обмежень на мінімально допустимі у моделі кількість окремих періодів часу, коли дія відбувалася різними представниками популяції. Розглянуто низку прикладів параметризації моделей масової поведінки.

Література

1. Карачина Н.П. Моделювання економічної поведінки підприємства на рівні мікроекономічного аналізу. Механізм регулювання економіки, 2008, № 2. С. 214-222.
2. Солодихін С.В., Хорошун В.В. Моделювання масової поведінки агентів в економічних системах: моделі, методи, прикладні аспекти: монографія. - Запоріжжя: ЗНУ, 2020. – 293 с.
3. Турлакова С. С. Інформаційне моделювання процесів рефлексивного управління стадною поведінкою на підприємствах. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». 2019. № 10. С. 68-77.
4. Porter M. The Five Competitive Forces that Shape Strategy. Harvard Business Review, January, 2008. P. 86.
5. Thaler R. H. Misbehaving: The Making of Behavioral Economics. New York: W.W. Norton & Company, 2015. 432 p.

Концептуальні положення щодо моделювання фінансово- економічного стимулювання розвитку національної смарт- промисловості

*д. е. н., проф., п. н. с. Турлакова С. С.
Інститут економіки промисловості НАН України*

Розвиток технологій Четвертої промислової революції формують нову техніко-технологічну і соціально-економічну реальність. Саме смарт-індустрія є драйвером науково-технічного прогресу та інновацій в економіці, визначає темпи економічного зростання і виступає вирішальним чинником глобальної конкурентоспроможності національних економік. Формування та розвиток сучасної смарт-індустрії визначається створенням і просуванням високих виробничих технологій, особливо на перших етапах їх життєвого циклу.

Для розвитку смарт-промисловості в Україні необхідним є впровадження передових технологій на вітчизняних підприємствах, серед яких Інтернет Речей (IoT), штучний інтелект (AI), аналіз великих даних (Big Data), хмарні технології та інші, які прискорюють процеси виробництва, підвищуючи продуктивність, якість, ефективність та конкурентоспроможність виробництва у промисловості [1].

На сьогодні за результатами дослідження ключових трендів *Forbes Ukraine* спільно із KPMG [2] попри повномасштабне вторгнення, 60% українських компаній наростили темпи диджиталізації. Зокрема, 44% українських компаній вже сформували окремі команди, відповідальні

за цифрову стратегію. 75% впровадили або розробляють власні технології для використання у бізнесі.

Також в дослідженні цифрових практик українських компаній від KPMG в Україні, яке лягло в основу рейтингу за індексом цифровізації від *Forbes Ukraine* [2], підкреслені найбільш вагомі цілі щодо впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси, серед яких:

- збільшення ефективності роботи (продуктивності праці / виробництва;
- стимулювання інновацій;
- зміцнення стійкості бізнесу.

При цьому дослідження визначає такі ключові технології в процесах диджиталізації вітчизняних підприємств:

- хмарні сервіси для спільної роботи;
- хмарні сервіси для інтеграції програмного забезпечення;
- збір та обробка великих даних (Big Data);
- базові комп'ютерні програми;
- інтернет речей (IoT);
- штучний інтелект (ШІ);
- автоматизація (дрони, роботи, 3D-принтери).

Однак, треба констатувати, що впровадження передових технологій на вітчизняних підприємствах, що відповідають рівню Четвертої промислової революції в Україні, знаходяться на початкових стадіях та потребують економічної підтримки зі сторони держави.

Одночасно, ситуація значно ускладнилась на тлі військових подій в Україні, коли значна частина підприємств руйнується частково (а іноді й повністю знищується) та актуальним стає повоєнне відновлення усіх без винятку галузей вітчизняної промисловості та одночасно пошук дієвих механізмів підтримки впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку для обґрунтування вибору найбільш ефективних важелів стимулювання таких процесів. В аналітичному звіті *United Nations Development Programme* «Інноваційні інвестиції для відновлення економіки України» 2023 р. [3] підкреслено, що для «пожвавлення економіки та промислового сектору в Україні необхідні негайні дії у вигляді імпаکت-інвестицій з використанням змішаного фінансування, що поєднує державний, донорський та приватний капітал, а також відповідні механізми страхування воєнно-політичних

ризиків». Тому, питання фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості та державної підтримки відповідних процесів набувають особливого значення та є надзвичайно актуальним завданням національного значення.

Пошук шляхів підтримки промисловості в сучасних умовах присвячено низку досліджень впливових міжнародних організацій, зокрема IMF [4], OECD [5–8], McKinsey & Company [9], Ernest&Young [10], Deloitte [11] та ін. Зокрема, у дослідженнях OECD [5, 12] виконано аналіз ефективності податкових пільг для інноваційних підприємств і наведено рекомендації щодо її підвищення. В інших роботах [13–15] досліджуються проблеми стимулювання інноваційної діяльності в рамках державних програм з визначенням пріоритетних галузей промисловості, підприємствам яких надаються податкові пільги та пряме фінансування тощо. Серед відомих західних фахівців, що приділяють особливу увагу аналізованим питанням, доцільно відзначити публікації J. Stiglitz (Columbia University, US) [16], D. Rodrik (Kennedy School of Government, Harvard University, US) [17, 18], K. Schwab (the World Economic Forum) [19], J. Rüttgers (European Commission) [20].

Численні дослідження присвячено визначенню впливу фіскальних та монетарних стимулів на економічне зростання, інновації і розвиток індустрії з використанням математичних методів і моделей [21–23], у тому числі роботи вітчизняних авторів [24–28]. Дійсно, використання методів економіко-математичного моделювання дозволяє певною мірою забезпечити оптимальність вибору напрямів та видів стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Проте, існуючі наукові доробки науковців з досліджуваної тематики забезпечують надійний фундамент, але не дають відповіді на усі питання щодо обґрунтування напрямів стимулювання розвитку національної смарт-промисловості. Зокрема, потребують врахування особливості поточного стану галузі та сучасні надскладні умови впровадження нових технологій розвитку національної смарт-промисловості, які пов'язані із значним економічним та промисловим «спадом внаслідок повномасштабної військової агресії, обмеженнями у доступі до фінансування та технологій, що підкреслює нагальну потребу в інноваційних підходах до фінансування інвестицій» [3].

Метою дослідження є побудова концептуальних положень щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості, що формують наукове підґрунтя щодо вибору напрямів та видів такого стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку.

Загально, стимулювання смарт-промисловості передбачає впровадження набору заходів, спрямованих на підтримку розвитку інноваційних технологій та процесів в промисловості з метою збільшення продуктивності, конкурентоспроможності та створення більш безпечного та ефективного виробничого середовища [1]. Цей процес може включати в себе впровадження автоматизації виробничих процесів, використання розумних сенсорів та IoT-технологій для збору даних та аналізу виробничої діяльності, використання штучного інтелекту для автоматизації процесів прийняття рішень та багато іншого [1, 29–31].

Стимулювання смарт-промисловості може здійснюватися за допомогою різних програм та ініціатив, таких як державні дотації для підприємств, що впроваджують інновації в виробництво, партнерства між університетами та промисловими підприємствами, фінансування стартапів та інших ініціатив, спрямованих на розвиток нових технологій в промисловості [27].

Фінансово-економічне стимулювання передбачає застосування фінансових та економічних інструментів для підвищення темпів розвитку економіки та підтримки певних секторів індустрії [28]. Основними інструментами макроекономічної політики, що застосовуються для регулювання таких економічних процесів, є монетарне і фіскальне стимулювання.

Монетарне стимулювання полягає у впливі на грошову масу та рівень процентних ставок, що в свою чергу може стимулювати підприємства до інвестування та розвитку нових технологій. Дослідження показують, що монетарні заходи можуть бути ефективними в пошуку фінансування для розробки нових технологій та підтримки діючих смарт-індустрій, а фіскальне стимулювання, з іншого боку, забезпечує державну фінансову підтримку за рахунок податкових пільг та дотацій, що сприяє розвитку та збільшенню обсягів виробництва та ринку смарт-технологій [24]. Фіскальні заходи можуть бути корисними для стимулювання розвитку смарт-промисловості, зокрема шляхом

зменшення податкового тягаря для смарт-підприємств та сприяння залученню інвестицій для смарт-промислового розвитку [32].

Дійсно, використання монетарних та фіскальних інструментів є доцільним і може бути ефективним в стимулюванні розвитку смарт-промисловості, що підтверджено науковими дослідженнями та практичним досвідом країн з розвиненою смарт-індустрією, зокрема держав Європейського союзу, США, Японії та інших країн ОЕСР [27, 33, 34].

Тому система фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має поєднувати заходи монетарного (грошово-кредитного) та фіскального (податково-бюджетного) стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку.

Монетарна політика розробляється та реалізується центральним національним банком держави, який зазвичай законом наділений повноваженнями проведення незалежної від уряду політики. В Україні таким органом є Національний банк України (НБУ) і йому, як органу, здатному діяти оперативно (незалежно від уряду та політичних узгоджень), доручають регулювати макроекономічні державні процеси. Таким чином, НБУ виступає регулятором монетарної політики держави.

Одним із головних інструментів монетарного стимулювання є ключова ставка – це мінімальний відсоток, під який держава кредитує комерційні банки. Її зростання призведе до подорожчання позик для бізнесу та населення. І навпаки – зниження облікової ставки веде до зниження вартості запозичень і, отже, до привабливості кредитів, зокрема для впровадження передових технологій на вітчизняних промислових підприємствах.

Аналогічно працює такий інструмент монетарного стимулювання як регулювання офіційних резервних вимог. Загально резервні вимоги – метод контролю над дотриманням комерційними банками своїх зобов'язань. Національний банк визначає мінімальний розмір активів, який банки мають направити у резерв. Чим нижча норма резервування, тим більше можливостей у банків видавати кредити та тим більше можливостей у підприємств впроваджувати передові технології у промисловості за рахунок кредитних коштів.

До операції держави на відкритому ринку відносять купівлю та продаж цінних паперів. Вкуп Національним банком цінних паперів збільшує обсяг грошової маси в обігу, а продаж скорочує. В межах цього

інструменту одним із сучасних методів монетарного стимулювання можна розглянути введення в обіг центральним національним банком цифрових грошей. Криптовалюта, що емітуються та забезпечена Національним банком України, зможе дозволити здійснювати цифрові платежі, розширити та спростити доступ до фінансових послуг в межах переходу до смарт-промисловості та цифровізації відповідних процесів на підприємствах, а також спростити механізми інших видів грошово-кредитного та податково-бюджетного стимулювання. Крім того, НБУ може створити спеціальні умови для споживачів та підприємств, які користуються цифровими грошима, зокрема знизити комісійні відсотки за операції, що стосуються платежів та продуктів смарт-промисловості, що також буде певним стимулом впровадження передових технологій в межах смарт-промислового розвитку.

Серед інших інструментів прямого монетарного регулювання можна виділити заходи адміністративного контролю над діяльністю банків, що мають форму інструкцій та розпоряджень, що видаються національним банком від імені держави. До них можна віднести:

- регулювання відсотків за кредитами та депозитами;
- обмеження обсягу кредитів, які надаються банкам;
- кредитування пріоритетних галузей за нижчими відсотковими ставками;
- надання пільг окремим банківським установам;
- валютні обмеження;
- *«вузькі» міри щодо окремих секторів, сегментів, територій, виробничих комплексів, тощо особливого значення.*

Слід зазначити, що перелічені методи монетарного стимулювання активно застосовуються країнами, що розвиваються. Також використання інструментів прямого монетарного регулювання характерне для планової адміністративно-командної економіки. Але, не дивлячись на те, що прийнято вважати, що розвинені держави вдаються до використання таких інструментів лише в крайніх випадках, слід зазначити, що з початком переходу нової промислової революції, коли ринки "провалюються", прямі методи використовують багато держав із різним рівнем розвитку. Це свідчить про ефективність перелічених інструментів прямого монетарного регулювання для стимулювання впровадження передових технологій смарт-промисловості. Це

пов'язане із тим, що за допомогою прямих заходів можна досягти швидкого та відчутного результату. Але досягається він рахунок грубого втручання у ринкові процеси і придушення природної конкуренції. Крім того, жорсткий контроль сприяє відтоку фінансових коштів на неконтрольовані («сірі») ринки або за межі країни, що безумовно є недоліком застосування таких методів монетарного стимулювання.

Через інструменти непрямого монетарного регулювання (ринкові) держава впливає на фінансовий сектор не безпосередньо, а за допомогою доступних ринкових інструментів, зокрема:

- купівля-продаж валюти для стабілізації курсу національної валюти;
- запровадження обмежень щодо операцій кредитних організацій;
- випуск облігацій центрального банку держави (НБУ в Україні);
- встановлення фінансових індикаторів та відстеження їх динаміки;
- рефінансування кредитних організацій.

При впровадженні інструментів непрямого монетарного регулювання кожна кредитна установа здійснює власну незалежну фінансову політику. Беззаперечною перевагою використання таких інструментів є більш м'яка та делікатна дія на ринок. Окрім того, методи непрямого монетарного регулювання можна коригувати в процесі їх впровадження, щоб досягти кращих економічних показників, зокрема смарт-промислового розвитку.

Ще одним дієвим інструментом монетарного стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку є іноземні інвестиції. Слід зазначити, що на сьогодні для України відкриті можливості залучення до розвитку смарт-промисловості іноземних капіталів зарубіжних партнерів, серед яких окремо можна відзначити підтримку Європейського Союзу, США та ін. у вигляді спеціальних фондів розвитку, повоєнного відновлення тощо. Залучення іноземних інвестицій може забезпечити необхідні фінансові ресурси, технології та знання для розвитку інновацій. Для приваблення іноземних інвестицій необхідно створювати сприятливі умови для іноземних інвесторів, такі як стабільний законодавчий фреймворк, надійна система захисту прав власності, а також ефективні механізми державного регулювання відповідних процесів. До інших важливих заходів для приваблення

іноземних інвестицій можна віднести створення спеціальних інвестиційних фондів та інфраструктури для підтримки іноземних інвесторів, а також підтримку ініціатив іноземних компаній для виходу на національний ринок.

Підводячи підсумки щодо перелічених інструментів монетарного стимулювання розвитку смарт-промисловості та впровадження відповідних передових технологій на підприємствах, слід зазначити, що монетарне регулювання переважно має широкий загальносистемний характер і, звісно, стосується не лише смарт-промисловості. Тим не менш, розвитку смарт-промисловості політика довгих дешевих грошей може мати більше значення, ніж для інших секторів економіки, оскільки смарт-промисловість знаходиться на початковому етапі розвитку відповідно до концепції життєвого циклу технологій [1]. Але також можуть бути спеціальні "вузькі" прямі заходи щодо стимулювання окремих частин економіки (галузей, секторів, сегментів, територій, виробничих комплексів і т. д.), що мають особливе значення, що приймаються регулятором (зокрема, національним банком держави) та реалізуються банківсько-кредитною системою. У якості прикладу такого стимулювання можна навести спеціалізовані банки розвитку – це банки, що фінансують проекти, які мають значний соціально-економічний вплив на країну. Банки розвитку, зазвичай, створюються урядами, міжнародними організаціями чи благодійними установами та використовуються для фінансування інвестиційних проектів у відносно молодих промислово-розвинених галузях, таких як смарт-промисловість [35].

Фіскальне стимулювання передбачає регулювання доходів і витрат держави, що визначаються певною метою. Держава регулює сукупний попит та реальний національний дохід за допомогою спрямованих на досягнення визначеної мети державних витрат, податків, трансфертних виплат тощо. Результатом таких заходів може бути збільшення споживання, інвестицій, кількості робочих місць та загальний обсяг виробництва.

Що стосується фіскального стимулювання – фіскальна політика розробляється та реалізується урядом держави, зазвичай міністерством фінансів через політичний бюджетний процес. В межах фіскальної політики уряд може регулювати фінансово-економічні процеси через

закони про бюджет та інші нормативні акти, які визначають доходи (податкові та інші) та витрати (зокрема субсидії, субвенції, пільги тощо). Таким чином, фіскальне стимулювання передбачає впровадження політики уряду щодо оподаткування та державних витрат, яка також впливає на сукупний попит та пропозицію, поведінку економічних суб'єктів тощо. Тож, фіскальне стимулювання, яке передбачає державну фінансову підтримку через податкові пільги, дотації та інші заходи, які допомагають, зокрема, зменшити фінансовий тиск на підприємства промисловості, що впроваджують інновації. Таким чином, якщо мати на меті прискорення впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку, то складові системи фінансово-економічного стимулювання можуть включати наступні заходи [27].

Першими щодо податкового стимулювання відповідних процесів слід виділити *функціональні пільги впровадження та функціонування інновацій у промисловості*. Функціональні пільги – це пільгові умови для підприємств та організацій, які працюють у певній галузі або виконують певну функцію. Цей фіскальний інструмент передбачає зниження податкового навантаження, допомогу у фінансуванні та інші пільги для сприяння розвитку цієї галузі або функції [36]. Відносно податкових пільг щодо функціонування інноваційних смарт-промислових виробництв, то держава може надавати пільги щодо сплати різних податків, зокрема:

- податку на прибуток: для інноваційних підприємств може бути встановлено пільговий режим оподаткування, що полягає у зменшенні податкових ставок або надання податкових пільг на певний період;
- податку на додану вартість: для інноваційних підприємств можуть бути надані пільги щодо оподаткування, зокрема зменшення ставок ПДВ на товари та послуги, що випускаються смарт-промисловими підприємствами;
- податку на майно: для інноваційних підприємств можуть бути надані пільги щодо сплати податку на майно, зокрема зменшення ставок або звільнення від цього податку на певний період.

Також підприємства, які тільки впроваджують інновації, можуть отримувати певні податкові пільги. Наприклад, у багатьох країнах існують податкові кредити, які компенсують частину витрат на

проведення досліджень та розробок. Також існують програми підтримки, які дозволяють зменшити податковий тягар на підприємства, які виробляють нові продукти або використовують нові технології [37]. Таке стимулювання податковими пільгами може стати важливим фактором для підприємств промисловості, які займаються впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Вони можуть допомогти зменшити витрати на дослідження та розробки, збільшити інвестиційний потенціал компаній, підвищити конкурентоспроможність та забезпечити більш стійкий розвиток смарт-виробництва.

Галузеві податкові пільги передбачають запровадження спеціальних пільг окремим галузям промисловості, які впроваджують передові технології смарт-промислового розвитку. Наприклад, для підтримки розвитку виробництва електромобілів можуть бути встановлені податкові пільги на електроенергію, що використовується в процесі виробництва, на обладнання та матеріали, використані при виробництві електромобілів тощо. Одним із можливих варіантів податкових пільг є створення спеціальних економічних зон випереджального розвитку (СЕЗ), що є один зі способів приваблення інвестицій та розвитку певних галузей економіки. СЕЗ – це території з особливим статусом, де діють спеціальні умови щодо податкового, митного та регуляторного режимів з метою привернення інвестицій, розвитку виробництва та експорту. Зокрема, для прискорення розвитку смарт-промисловості можуть бути створені СЕЗ, спеціалізовані на розробці та виробництві інноваційних продуктів, технологій та послуг, пов'язаних із смарт-промисловістю. У таких зонах можуть діяти пільгові податкові та митні режими, що забезпечать підтримку діяльності підприємств в цій сфері, зокрема, зменшення податкових навантажень, зниження митних платежів, спрощення процедур митного оформлення тощо. При цьому пільгові митні режими відносяться до територіального податкового стимулювання та можуть включати пільги для ввезення та вивезення інноваційних продуктів, технологій, техніки тощо [38]. Окрім того, територіальне податкове стимулювання може бути спрямоване на підтримку вітчизняних виробників та включати пільги на ввезення, наприклад, сировини та матеріалів, задіяних у смарт-виробництвах, та пільги експорт готової продукції смарт-виробництв. Це допомагає підтримувати вітчизняних виробників та забезпечити їх конкуренто-

спроможність на міжнародному ринку. Окрім того, територіальні пільги можуть бути спрямовані на забезпечення використання вітчизняних технологій та обладнання в розвитку смарт-промисловості і забезпечуватись за рахунок пільг підприємствам, які використовують вітчизняне інноваційне обладнання та технології в своїй діяльності.

Другий блок заходів фіскального стимулювання передбачає спрямування держаних бюджетних коштів на певні заходи щодо впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку та підтримку за рахунок бюджетних коштів підприємства галузі [27]. Так, наприклад, держава може спрямувати бюджетні кошти на закупівлю продукції промислових підприємств, що впроваджують передові смарт-технології, для створення довгострокового попиту на відповідну продукцію та відповідно залучення інвестицій для розширення промислового виробництва на основі інновацій [39].

Ще одним інструментом фіскальної політики є держзамовлення. Держава має можливість регулювати економічні процеси розвитку промисловості щодо впровадження смарт-технологій шляхом формування на контрактній (договірній) основі складу та обсягів товарів, робіт і послуг, необхідних для забезпечення пріоритетних державних потреб, розміщення відповідних державних контрактів на поставку (закупівлю) серед підприємств, організацій та інших суб'єктів господарської діяльності України всіх форм власності [40].

Для цього необхідним є визначення розвитку смарт-промисловості пріоритетною державною потребою. В такому випадку потребами в товарах, роботах і послугах, необхідними для створення відповідних умов розвитку і підтримання на належному рівні державних матеріальних резервів промисловості, можуть бути як складові матеріально-технічної бази щодо впровадження передових смарт-технологій на вітчизняних підприємствах галузі, так і складові, що відповідають за розвиток інтелектуального капіталу держави (освіта, наука тощо).

Також дієвим фіскальним стимулом є галузеве субсидування, яке передбачає стимулювання окремих галузей промисловості за рахунок виділення з бюджету цілеспрямованих субсидій підприємствам, що впроваджують передові смарт-технології. При цьому промисловість визначається перспективною галуззю з погляду віддачі інвестицій від впровадження передових технологій промислового розвитку.

Окрім того, в межах фіскальної політики може бути використані інструменти територіального стимулювання, деякі з яких розглянуто вище в описі податкових пільг. Подібні принципи спрямування бюджетних коштів на розвиток смарт-промисловості зберігаються щодо бюджетного державного територіального стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Вони стосуються в першу чергу стимулювання такого розвитку у конкретних регіонах (на певних територіях держави) і містять заходи, наприклад, щодо державних дотацій для стимулювання розвитку зеленої економіки, дотації на ввезення/вивезення певних інноваційних продуктів, дотаційна підтримка промислових підприємств, які є містоутворюючими, державні дотації на розвиток спеціальних економічних зон, промислових парків тощо.

Державна підтримка розвитку НТП передбачає державні витрати на розвиток зокрема:

- нормативно-правової бази: у межах цього заходу можуть бути встановлені спеціальні норми та правила, що регулюють діяльність суб'єктів господарювання в галузі смарт-промисловості. Такі норми стосуються безпеки, якості та інших параметрів, які впливають на розвиток галузі [41];
- людських ресурсів: розвиток смарт-промисловості потребує висококваліфікованої робочої сили, яка здатна забезпечувати високу якість виробництва та впровадження інноваційних технологій. Для забезпечення цього необхідно розвивати систему підвищення кваліфікації та навчання працівників професіям, що відповідають впровадженню технологій смарт-промислового розвитку;
- інфраструктури: яка має велике значення для розвитку смарт-промисловості. Це включає будівництво нових і поліпшення існуючих доріг, мереж зв'язку, електромереж, водопостачання, водовідведення, аеропортів, портів та інших об'єктів, що забезпечують ефективні комунікації і транспорт. Для досягнення максимальної користі від розвитку інфраструктури, держава повинна планувати та реалізовувати проекти з урахуванням потреб індустрії та ринків збуту продукції. Відповідно до цього, державні програми фінансування повинні сприяти створенню необхідної

інфраструктури, зокрема відповідних науково-дослідних та освітніх інститутів, що забезпечать змогу залучати висококваліфікованих спеціалістів;

- ринкових досліджень та інновацій: зокрема, фінансування досліджень та розробок нових технологій у промисловій сфері відкриває шлях до створення нових продуктів та послуг, які підвищують конкурентоспроможність країни. Окрім того, держава може сприяти співпраці між науковими установами, університетами та приватним сектором, що дозволить реалізувати практичні результати досліджень та забезпечити перенесення технологій з лабораторій на виробництво.

При цьому слід зазначити, що заходи *підтримки розвитку НТП* може перетинатись із держзамовленням, що розглянуте вище.

Таким чином, система фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має поєднувати розглянуті заходи монетарного (грошово-кредитного) та фіскального (податково-бюджетного) стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Впровадження на державному дієвих механізмів такого фінансово-економічного стимулювання може забезпечити ефективну підтримку інноваційних технологій, що дозволить створювати та розвивати конкурентоспроможну смарт-промисловість в Україні [42].

При цьому, вкрай важливим є обґрунтований вибір переліку відповідних заходів стимулювання із врахуванням можливих наслідків впровадження тих чи інших фінансово-економічних важелів на національному рівні, що можливо забезпечити шляхом побудови та дослідження відповідних економіко-математичних моделей. Таким чином, головною метою моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості є формування підґрунтя для прийняття відповідних рішень щодо впровадження фіскальних чи монетарних стимулів розвитку національної промисловості.

Тому, для забезпечення оптимальності вибору напрямів та видів такого стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку актуальним стає розробка концептуальних положень щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості, що формують наукове

підґрунтя щодо вибору напрямів та видів такого стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку.

Концептуальні положення щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості передбачають:

- обґрунтування вибору складових системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості;
- економіко-математичне моделювання системи фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості
- обґрунтування рекомендації щодо модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості у відповідності з вимогами Четвертої промислової революції та впровадження відповідних стимулів.

При цьому слід зазначити, що модернізація фінансово-економічного механізму стимулювання розвитку національної смарт-промисловості на підґрунті економіко-математичного моделювання відповідних процесів, потребує виважених компромісів з урахуванням:

- світових трендів монетарної і фіскальної політик з урахуванням розвитку технологій реального сектору [33, 43];
- довгострокових факторів і тенденцій розвитку української промисловості [28] в умовах сучасних викликів і трансформації міжнародних економічних відносин;
- важливості розробки не ситуативних, а системних підходів, "вбудованих" у довгостроковий контекст державної стратегії промислового розвитку [43, 44];
- національних особливостей і сучасних обставин розвитку грошово-кредитних і податково-бюджетних відносин [4, 5, 8, 39, 41, 45].

При цьому вибір складових системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має ґрунтуватись на дослідженні інструментарію моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості, зокрема економіко-математичних моделей, що застосовуються для фіскального та монетарного стимулювання [34]. Окрім того, важливим є дослідження наявності статистичного зв'язку між окремими заходами

стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку та основними результируючими показниками економіки промисловості (ВВП, додана вартість, тощо), що є важливим для подальшого моделювання та формування відповідних рекомендацій.

В свою чергу економіко-математичне моделювання системи фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості передбачає побудову відповідної моделі для дослідження економічних наслідків впровадження конкретних фіскальних чи монетарних стимулів для обґрунтування прийняття відповідних рішень на різних рівнях управління щодо стимулювання інновацій та їх впровадження для розвитку національної промисловості.

Таким чином, результати реалізації запропонованих концептуальних положень забезпечать підґрунтя для вибору і ефективного використання механізмів та інструментів фінансово-економічного стимулювання розвитку української смарт-індустрії, відповідно до закономірностей розвитку світової промисловості для врахування у сучасній промисловій, монетарній і фіскальній політиці держави.

Висновки

Таким чином, визначаючи створення і просування високих виробничих технологій, особливо на перших етапах їх життєвого циклу, формування та розвиток сучасної смарт-індустрії визначає темпи економічного зростання і виступає вирішальним чинником глобальної конкурентоспроможності національних економік. Однак, впровадження передових технологій на вітчизняних підприємствах, серед яких Інтернет Речей (IoT), штучний інтелект (AI), аналіз великих даних (Big Data), хмарні технології та інші, які прискорюють процеси виробництва, підвищуючи продуктивність, якість, ефективність та конкурентоспроможність виробництва у промисловості, знаходяться на початкових стадіях та потребують економічної підтримки зі сторони держави. Одночасне ускладнення сучасних реалій промислових підприємств на тлі військових подій в Україні, актуалізує питання повоєнного відновлення усіх без винятку галузей вітчизняної промисловості та одночасно пошук дієвих механізмів підтримки впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку для обґрунтування вибору найбільш ефективних важелів стимулювання таких процесів.

Обґрунтовано, що система фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має поєднувати заходи монетарного (грошово-кредитного) та фіскального (податково-бюджетного) стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Впровадження на державному дієвих механізмів такого фінансово-економічного стимулювання може забезпечити ефективну підтримку інноваційних технологій, що дозволить створювати та розвивати конкурентоспроможну смарт-промисловість в Україні.

Для забезпечення оптимальності вибору напрямів та видів такого стимулювання запропоновано концептуальні положення щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості. Економіко-математичне моделювання системи фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості передбачає побудову відповідної моделі для дослідження економічних наслідків впровадження конкретних фіскальних чи монетарних стимулів для обґрунтування прийняття відповідних рішень на різних рівнях управління щодо стимулювання інновацій та їх впровадження для розвитку національної промисловості. Результати економіко-математичного моделювання відповідних процесів дозволять формувати обґрунтовані рекомендації щодо модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості у відповідності з вимогами Четвертої промислової революції та впровадження відповідних стимулів.

Таким чином, запропоновані концептуальні положення формують наукове підґрунтя щодо вибору і ефективного використання механізмів та інструментів фінансово-економічного стимулювання розвитку української смарт-індустрії, відповідно до закономірностей розвитку світової промисловості для врахування у сучасній промисловій, монетарній і фіскальній політиці держави.

Перспективним напрямом дослідження є економіко-математичне моделювання системи фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості та обґрунтування рекомендації щодо модернізації відповідної системи згідно з сучасними викликами і тенденціями економічного розвитку відповідно вимогами Четвертої промислової революції.

Література

1. Карачина Н.П. Моделювання економічної поведінки підприємства на рівні мікроекономічного аналізу. Механізм регулювання економіки, 2008, № 2. С. 214-222.
2. Смарт-промисловість: напрями становлення, проблеми і рішення: монографія / В.П. Вишневський, О.В. Вієцька, О.А. Вієцький, О.А. Воргач, О.М. Гаркушенко, А.Ф. Дасів, М.Ю. Заніздра, Л.О. Збаразська, С.І. Князев, С.І. Кравченко, Д.В. Липницький, А.А. Мадих, Ю.О. Мазур, В.А. Нікіфорова, О.О. Охтеня, О.В. Соколовська, С.С. Турлакова, В.Д. Чекіна, Г.З. Шевцова, Т.В. Щетілова; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 464 с.
3. Несенюк А. (2024). Чемпіони диджиталізації 2024. Дослідження диджитал-практик українських компаній та рейтинг за індексом диджиталізації. Forbes Digital. <https://forbes.ua/innovations/shi-prioritet-dlya-maybutnikh-investitsiy-u-94-kompaniy-ukrainskiy-biznes-vkladae-u-didzhitalizatsiyu-1-5-shchorichnogo-dokhodu-pyat-visnovkiv-z-opituvannya-kpmg-v-ukraini-ta-forbes-ukraine-27112024-25092>
4. United Nations Development Programme (2023). Інноваційні інвестиції для відновлення економіки України. <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/innovatsiyni-investitsiyi-dlya-vidnovlennya-ekonomiky-ukrayiny>
5. International Monetary Fund (2024). Global Financial Stability Report. Washington, DC, October.
6. OECD (2020). The effects of R&D tax incentives and their role in the innovation policy mix: Findings from the OECD microBeRD project, 2016-19. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 92, Paris: OECD Publishing, 96 pp. DOI: 10.1787/65234003-en
7. OECD (2024), OECD Economic Outlook, Volume 2024 Issue 2, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/d8814e8b-en>.
8. OECD (2024), "Digital public infrastructure for digital governments", OECD Public Governance Policy Papers, No. 68, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ff525dc8-en>.
9. OECD/The World Bank (2024), Leveraging De-Risking Instruments and International Co-ordination to Catalyse Investment in Clean Hydrogen, Green Finance and Investment, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9a377303-en>.
10. McKinsey Global Institute (2017). A future that works: automation, employment, and productivity. McKinsey & Company, December, 135 pp.
11. EYGlobal (2021). Worldwide R&D Incentives Reference Guide. Tax and Law Guides Series. 496 pp.
12. Deloitte (2015). The future of manufacturing: Making things in a changing world. Deloitte University Press, 49 pp.
13. Appelt S., Galindo-Rueda F., Cabral A.G. (2019). Measuring R&D tax support: Findings from the new OECD R&D Tax Incentives Database. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2019/06, Paris: OECD Publishing. 69 pp. <https://doi.org/10.1787/d16e6072-en>.

14. Hutschenreiter G., Weber J., Rammer C. (2019). Innovation support in the enterprise sector: Industry and SMEs. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 82, Paris: OECD Publishing. 30 pp. DOI: 10.1787/4ffb2cbc-en.
15. Padhi A., Batra G., Santhanam N. (2022). The Titanium Economy. Public Affairs. 256 p.
16. Barros M. (2019). Robots and Tax Reform: Context, Issues and Future Perspectives. International Tax Studies, Vol. 2 (6), pp. 2-6.
17. Stiglitz J. E., Lin J. Y., Patel E. (ed.) (2013). The industrial policy revolution I: The role of government beyond ideology. New York : Palgrave Macmillan, pp. 1-15.
18. Rodrik D. (2014). Green industrial policy. Oxford Review of Economic Policy, vol. 30 (3), pp. 469-491.
19. Rodrik D. (2018). New Technologies, Global Value Chains, and the Developing Economies. Pathways for Prosperity Commission Background Paper Series; no. 1. Oxford. United Kingdom, 27 pp.
20. Schwab K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
21. European Commission (2018). Re-finding Industry – Defining Innovation. Directorate-General for Research and Innovation. Directorate D – Industrial Technologies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 52 pp.
22. Gross T., Klein P. Optimal tax policy and endogenous growth through innovation. Journal of Public Economics, 2022, Vol. 209, 20 pp. DOI: 10.1016/j.jpubeco.2022.104645
23. Gechert S., Heimberger P. (2021). Do corporate tax cuts boost economic growth? Macroeconomic Policy Institute, Working Paper № 210-2021, 46 pp.
24. Qi, Y., Peng, W., Xiong, N. N. (2020). The effects of fiscal and tax incentives on regional innovation capability: text extraction based on Python. Mathematics, 8(7), 1193. DOI: 10.3390/math8071193
25. Вишневський, В. П., Квілінські, А. (2019). Монетарні механізми стимулювання економіки в розвинених країнах: аналітичний огляд. Економіка промисловості, № 1 (85), 30-50.
26. Вишневський, В. П., Вієцька, О. В., Гаркушенко, О. М., Князєв, С. І., Лях, О. В., Чекіна, В. Д., & Череватський, Д. Ю. (2018). Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку. Київ: Ін-т економіки пром-сті НАН України.
27. Харазішвілі Ю.М., Ляшенко В.І. (2021). Урахування інноваційних факторів економічного зростання у виробничій функції Кобба-Дугласа (на прикладі старопромислових регіонів України). Економіка промисловості, № 1 (93), с. 5-19. DOI: 10.15407/econindustry2021.01.005
28. Турлакова С.С., Шуміло Я.М., Логвиненко Б.І. Особливості моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Економіка промисловості. 2023. № 2(12). С. 24-46. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.02.024>. URL: <http://ojs.econindustry.org/index.php/ep/article/view/273/330>

29. Індустріальне майбутнє України: передбачення методами математичного моделювання / В.П. Вишневський, А.Ф. Дасів, О.О. Охтен, С.С. Турлакова; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2022. 170 с.
30. Reznikov R., Turlakova S. The driver of industry 4.0 development: the key role of IT-service companies. Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences. 2024. №330(3). P. 26-35. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-330-4>
31. Reznikov R., Turlakova S. Data science methods and models in modern economy. Economic Scope. 2024. №191. P. 104-113. URL: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/191-19>.
32. Reznikov R., Turlakova S. Importance of Machine Learning and Data Science in Modern Business. Ефективна економіка. 2024. №5. URL: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.5.13>.
33. Шумська, С. (2015). Монетарна політика та відновлення економічного зростання в Україні. Економіка та прогнозування, №3, 21-41. DOI: 10.15407/eip2015.03.021.
34. Okhten, O. O., & Dasiv, A. F. (2023). The potential of using simulation systems in the development of state measures for the financial and economic stimulation of the development of smart industry. Econ. promisl., 4 (104), pp. 65-85. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.065>
35. Турлакова С. С., Резніков Р. Б., Балабанов С. В. Економіко-математичне моделювання фіскального стимулювання розвитку смарт-промисловості. Вісник економічної науки України. 2023. № 2 (45). С. 49-62. URL: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2\(45\).49-62](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2(45).49-62).
36. Berg A., Karam P., Laxton D. (2006). Practical Model-Based Monetary Policy Analysis – A How-To Guide. IMF Working Paper, 06/81. Режим доступу: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp0681.pdf> (Дата звернення 20.03.2023).
37. Reva D. Topical issues of tax incentives. Law and Innovation. 2015. № 3 (11). Retrieved from: <http://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2015/09/Reva11.pdf> [in Ukrainian].
38. Кондрашов О. (2002). Основні напрями та пріоритети інноваційної діяльності в промисловості України. Київ: Науковий світ. 29 с.
39. Крайник О. П. (2021). Фінансове стимулювання розвитку територіальної громади. Ефективність державного управління, (62). <https://doi.org/10.33990/2070-4011.62.2020.205832>
40. Galí, J., & Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. Режим доступу: <http://www.crei.cat/wp-content/uploads/users/pages/roes8739.pdf> (Дата звернення 20.03.2023).
41. Закон України від 15.12.2005 № 3205-IV "Про внесення змін до Закону України "Про закупівлю товарів, робіт і послуг за державні кошти" та інших законодавчих актів України". https://ips.ligazakon.net/document/view/t053205?ed=2005_12_15&an=405
42. Kose M., Nagle, P., Ohnsorge, F., N. Sugawara, (2019). Global Waves of Debt: Causes and Consequences. World Bank Group. Retrieved from <http://pubdocs.worldbank.org/en/279031577823091771/Global-Waves-of-Debt-full-report.pdf>

43. Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал: монографія / В.П. Вишневський, О.М. Гаркушенко, С.І. Князєв, Д.В. Липницький, В.Д. Чекіна; за ред. В.П. Вишневського та С.І. Князєва; НАН України, Інститут економіки промисловості. Київ: Академперіодика, 2020. 188 с.
44. Збаразська Л. О. (2023). Сучасні парадигми та мегатренди промислового розвитку. Економіка промисловості. № 1 (101). С. 5-30. <http://doi.org/10.15407/econindustry.2023.01.005>
45. Залознова Ю. С., Чекіна В. Д. (2023). Теоретичні засади фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості. Економіка промисловості. 4 (104). С. 47-64. <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.047>
46. Гаркушенко О. М. (2023). Екологічні податки в контексті викликів сучасності. Економіка промисловості. № 3 (103). С. 47-63. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.03.047>

Глава 2

МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ СИСТЕМ

Моделювання впливу волатильності обмінного курсу на макроекономічні показники

бак. Чепига Б. Т.

к.е.н., доц. Пілько А. Д.

Прикарпатський національний університет

ім. В. Стефаника

Вступ

Системні кризи та макроекономічні шоки стали невід'ємною складовою процесів економічного розвитку не лише в Україні, а й в інших країнах з малою відкритою економікою. Потрясіння, які спостерігаються на даному етапі розвитку спричинені чинниками як зовнішньої так і внутрішньої природи, що істотно впливає на економічний розвиток держави, її економічну та соціальну безпеку. Саме тому є необхідним детальний аналіз ефекту такого показника як обмінний курс та його волатильності на економічне зростання.

Через повномасштабне вторгнення країни-агресора у 2022 році, українська економіка у реальному вимірі втратила 29.1% ВВП [1] Разом із цим суттєве зростання дефіциту бюджету покривається за рахунок зовнішнього фінансування та допомоги країн-партнерів. Відповідно збільшується сума зовнішньої заборгованості, виплати по якій номіновані саме у іноземній валюті. Тому у майбутньому потенційною є актуалізація валютних ризиків, особливо в умовах зменшення міжнародної фінансової допомоги та девальвації гривні. Необхідно згадати і те, що наслідки коронавірусної та фінансової глобальної криз теж негативно позначалися на показниках економічного зростання, а ефект

переносився на українську економіку частково через обмінний курс, оскільки цей канал у країнах, що розвиваються, є найсильнішим[2].

Мета дослідження полягає у представленні результатів наукової роботи, спрямованої на формування моделей аналізу впливу та прогнозування основних макроекономічних каналів волатильності обмінного курсу на вітчизняну економіку та державний борг.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані та вирішені наступні задачі:

- охарактеризовано суть та канали впливу волатильності національної валюти на економічний розвиток у контексті сучасних реалій;
- проведено огляд існуючих методик, в яких передбачено використання класів економетричних моделей, спрямованих на аналіз характеру впливу волатильності валютного курсу на економічне зростання і боргову безпеку держави;
- запропоновано методику моделювання та прогнозування макроекономічних параметрів, динаміка яких визначає економічний розвиток та боргові ризики;
- запропоновано підхід до оцінювання порогових рівнів волатильності обмінного курсу та моделювання їх впливу на розрив ВВП та борговий ризик за різних режимів;
- порівняно результати застосування розроблених моделей порогової векторної авторегресії та моделі переключення режимів Маркова.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці науково-методичного інструментарію макроеконометричного моделювання та прогнозування основних каналів впливу обмінного курсу на економічне зростання. Серед них: канал державного боргу, інфляції, відкритості економіки, розвитку фінансового сектору, іноземних інвестицій. Зокрема, за результатами тесту Гранжера для ідентифікації напрямку причинності між досліджуваними показниками, використання скоригованого критерію Акаїке для визначення величини лагу факторних ендегенних та екзогенних змінних, розроблено та оцінено моделі аналізу та прогнозування показників економічного зростання, волатильності РЕОК, боргового ризику та інших макроекономічних показників.

Подальші дослідження у цьому напрямі дозволять розширити спектр показників, які враховуються в моделях. Також буде використано більш різноманітний набір економетричних інструментів для задач аналізу та прогнозування.

Аналіз літературних джерел

На даний час багато дослідників присвячують свої наукові дослідження питанням аналізу прямого та непрямого впливу волатильності обмінного курсу (або НЕОК чи РЕОК) чи його режимів (керований обмінний курс, плаваючий та фіксований) на економічне зростання різних держав, оскільки саме це є однією з передумов макроекономічної стабільності. Більшість таких досліджень належать саме іноземним фахівцям.

Вплив вибору де-факто функціонуючого режиму обмінного курсу на економічний розвиток може бути прямим чи опосередкованим. Прямий вплив асоціюється з певним амортизатором внутрішніх та зовнішніх шоків, тому у цьому випадку доцільніше зберігати режим вільного курсоутворення. Проте фіксованість створює певний номінальний якір довіри до монетарної політики та буфер проти внутрішніх монетарних потрясінь. Так чи інакше, існує асоціація між вибором режиму валютного курсу та його волатильністю.

Виділяють наступні основні канали впливу обмінного курсу на макроекономіку: інвестиції, інфляція, зовнішній борг, ступінь відкритості економіки та ступінь розвитку фінансового сектору. Саме за такою класифікацією автор [3] за допомогою CS-ARDL Panel моделі досліджує прямий та непрямий ефект волатильності валютного курсу на економічне зростання у вибраних країнах ЕМ з 1990 до 2020 років. Результати вказують на те, що збільшення волатильності негативно позначається на економіці, що розвивається.

Підтверджують попередні результати і автори [4], проте тепер за канали впливу на економіки 194 країн, протягом 1995-2019 років бралися відкритість економіки, фінансовий розвиток, інвестиції, державні витрати, очікуваний рівень освіти, враховувався рівень корупції та застосовувались оцінки як різницевого, так і системного узагальненого методу моментів. Якщо справа доходить до маніпуляцій з обмінним курсом для сприяння міжнародній торгівлі та фінансування державних

витрат, то це може призвести до нестабільності з національною валютою.

Волатильність обмінного курсу через свою природу нестабільності та непередбачуваності може вносити корективи у плани потенційних інвесторів вкладати кошти у певну економіку, через що ті можуть вимагати більшої премії за ризик від держави. У цьому випадку фіксованість валютного курсу може стати певним якорем стабільних очікувань.

Розвиток фінансового сектору можна пов'язати із інвестиціями, оскільки достатньо розвинуте фінансове середовище через фінансові ринки, зростання рівня заощаджень, зниження вартості капіталу дозволить мінімізувати ризики, що породжує волатильність валют та в кінцевому підсумку – сприяти економічному зростанню.

Підтвердженням важливості розвитку фінансового сектору є дослідження [5], в якому автор через використання дистрибутивно-лагових моделей показав, що у довгостроковій перспективі рівень фінансового поглиблення дозволяє пом'якшити несприятливий вплив волатильності обмінного курсу на іноземні інвестиції. В той же час, доведено на прикладі Нігерії, що волатильність у короткостроковій перспективі здатна стимулювати іноземців вкладати в економіку.

Автори наукової роботи [6] на прикладі своєї країни дослідили, що волатильність обмінного курсу впливає на зовнішню торгівлю та ефективність експорту у довгостроковій перспективі. Виявлено коінтеграційний зв'язок між валютним курсом, іноземними інвестиціями, внутрішньої та зовнішньої торгівлею В'єтнаму за період 2009-2018 років.

Результати дослідження [7] демонструють, що ступінь відкритості торгівлі та реальний обмінний курс позитивно впливають на економічне зростання згідно моделей випадкового ефекту у Нігерії та Гані за 1998-2017 роки. Натомість інфляція та інвестиції мають незначний вплив на економічне зростання.

Згідно результатів досліджень [8], волатильність реального обмінного курсу на ринках, що розвиваються є негативно корельована зі ступенем відкритості економіки, проте рівень фінансової відкритості держави має прямий зв'язок. Також наводиться висновок про те, що в країнах з недосконалою фінансовою системою та недостатніми обсягами валютних резервів режим плаваючого обмінного курсу є дуже

вразливим до фінансових ризиків, пов'язаних із міжнародним рухом капіталу. З цього і випливає волатильність національної валюти.

Якщо все-таки нестабільності не уникнути, то існує необхідність вивчення ефекту перенесення зовнішніх потрясінь на економіку, зокрема, через один із каналів – інфляцію. Інфляція завжди сприятиме економічному зростанню, якщо не перетинає певний «пороговий» рівень, який для кожної економіки може бути індивідуальним.

Дослідники [9] використали модель порогової авторегресії та вивчили яким чином порогова девальвація обмінного курсу впливає на внутрішні ціни Гани за період з січня 2002 по грудень 2018.

У контексті сучасних реалій необхідно згадати і вплив різних режимів валютного курсу та його волатильності на державний борг. Одним із викликів, які становлять загрозу макроекономічній стабільності для країн, що розвиваються є обсяг зовнішнього боргу. З одного боку – це призводить до перерозподілу капіталу до іноземних кредиторів, а з іншого – платоспроможність щодо обслуговування боргу залежить від ресурсів певної країни та стає тягарем для бюджету.

Дефіцит держбюджету України наразі покривається більшою мірою кредитами ніж грантами від міжнародних фінансових інституцій та держав. З огляду на це, станом на 30 листопада 2023 року державний борг зріс до понад 140,8 млрд. дол. США, а від початку року 2023 року на 26,5% і продовжує зростати. Частка зовнішнього боргу – понад 68% [10].

Автори [11] виявили, що чим вищим є співвідношення державного боргу до ВВП і якщо більша частка належить зовнішньому боргу, то суверенний ризик збільшується за режиму керованих обмінних курсів; в той же час ризик зменшується за режиму плаваючого валютного курсу. Дослідження включало 46 країн світу за 2004-2021 роки.

У [12] аналізуються та окреслюються часові рамки суттєвих взаємозв'язків між банківською, валютною та державною борговою кризами, що можуть спричинятися одна за одною або ж проявлятися одночасно на прикладі 21 країни за 1985-2020 роки. Результати також виявили те, що існують деякі непрямі ефекти валютної та банківської криз на суверенні дефолти через погіршення макроекономічних змінних. Валютна криза може створити ймовірність майбутньої боргової кризи через підвищення реальних обмінних курсів.

У праці [13] презентуються результати роботи, що вказує на нелінійність, несиметричність та значущість зв'язку між валютним ризиком та суверенним дефолтним ризиком за допомогою моделей перемикання режимів Маркова та квантильної регресії на прикладі Південної Африки (2008-2021 роки).

Автори статей [14-15] застосовували тест на причинність Гранджера та прикладний економетричний інструментарій для дослідження основних макроекономічних індикаторів, що впливають на обсяг державного боргу України. Результати також підкреслюють значимість ефективності використання інструментів монетарної політики для регулювання величини боргу та визначення порогового рівня боргової безпеки.

Існують наукові праці, присвячені вивченню залежностей волатильності валютного курсу від інших фундаментальних макроекономічних показників.

Використовуючи знову ж таки модель перемикання режимів Маркова, дослідження [16] демонструє, що валютні інтервенції у Чилі можуть бути ефективним інструментом для згладження надмірної волатильності обмінного курсу, проте вплив суттєво залежить від дизайну даних інтервенцій.

Натомість автор [17] на прикладі Індонезії довів, що загалом політика відсоткових ставок та валютних інтервенцій за режиму інфляційного таргетування не здатна ефективно протидіяти волатильності обмінного курсу. Важливою також є і довіра до центрального банку, оскільки прийняті рішення діють насамперед через «ефект сигналу».

Дослідники [18] використовували модель регресії з фіксованим ефектом та виявили, що збільшення прозорості у діях центрального банку чинить стабілізуючий вплив на коливання обмінного курсу та відіграє сприяючу роль у збереженні фінансової стабільності. З іншого боку – невизначеність грошово кредитної політики у США може збільшити волатильність власної валюти в азіатських країнах ЕМ.

Цікавим є дослідження [2], яке пропонує до стандартного правила монетарної політики – правила Тейлора, окрім інфляції та розриву ВВП додати ще й обмінний курс (у даному випадку РЕОК). Результати свідчать про статистичну значущість такого експерименту лише у функціях реакції для економік, що розвиваються, оскільки саме у них ефект

перенесення є вищим. Натомість розвинутим економікам пропонується залишити базову специфікацію.

У більшості вищезгаданих джерел для оцінки волатильності обмінного курсу застосовують саме моделі узагальненої авторегресивної умовної гетероскесдастичності та її різновиди, а в якості обмінного курсу беруть РЕОК.

Об'єкт, предмет та методи дослідження

Об'єктом дослідження є аналіз характеру взаємовпливів волатильності обмінного курсу та макроекономічними індикаторами.

Предметом дослідження є теоретико-методичні положення, економіко-математичні методи і моделі проведення аналізу та прогнозування макроекономічних індикаторів, що впливають на економічний розвиток через волатильність курсу національної валюти.

Досягненню поставленої мети в проведених дослідженнях, а також отримання науково обґрунтованих результатів та формування запропонованої методики стало можливим завдяки використанню таких методів досліджень:

- використання скоригованого критерію Акаїке для визначення величини та характеру лагу кожної із факторних змінних на результуючу;
- збору, нормування, аналізу та порівняння інформації;
- аналіз існуючої статистичної бази;
- використання тесту Гранжера для ідентифікації напрямку причинності між досліджуваними макроекономічними показниками;
- побудова структурної економетричної моделі та її оцінювання за допомогою 2МНК з виконанням його передумов;
- розрахунок показників тісноти зв'язку факторної змінної з результуючою у рівнянні розриву ВВП та боргового ризику, а саме коефіцієнтів еластичності та непрямих бета-коефіцієнтів з подальшим аналізом із отриманих результатів;
- аналіз коефіцієнтів детермінації та статистичної значимості коефіцієнтів з метою визначення адекватності оцінених рівнянь розроблених моделей;

- побудова моделі векторної порогової авторегресії для визначення впливу волатильності РЕОК на вибрані результуючі показники за певного порогового рівня волатильності;
- побудова моделі переключення режимів Маркова для визначення впливу волатильності РЕОК та інших змінних на вибрані результуючі показники за різних режимів.

Результати

Для вирішення задачі оцінювання та аналізу ефективності каналів впливу волатильності валютного курсу на економічний розвиток було сформовано вибірку значень показників на основі інформації з відкритих джерел, в тому числі з бази НАБУ[19], НБУ[20] та Economic Policy Uncertainty Index [21]. Для вирішення таких задач було використано програмне забезпечення для статистичних розрахунків R (R studio). Виокремлення змінних на ендогенні та екзогенні відбулося за допомогою проведення кореляційного, логічного аналізу та тесту на причинність Гранджера.

Ендогенні змінні:

$\hat{y}_t$ – розрив ВВП, розрахований за фільтром Ходріка-Прескотта;

$reer_v_t$ – волатильність реального ефективного обмінного курсу (РЕОК);

dr_t – борговий ризик;

π_t – інфляція до відповідного кварталу попереднього року, %;

s_fdi_t – реальна величина сальдо прямих іноземних інвестицій, млрд. грн;

$f\hat{s}d_t$ – показник розвитку фінансового сектору, (грошовий агрегат МЗ/ВВП*4)*100%;

$openess_t$ – відкритість економіки, (обсяг торгівлі / ВВП) *100%;

Екзогенні змінні:

$\hat{r}_t$ – розрив реальної процентної ставки;

cne_t – Commodity net export price index;

π_t^{mtp} – інфляція країн ОТП, %;

r_ovdp_t – середньорічна ставка дохідності ОВДП, %;

i_t^{mtp} – облікова ставка країн ОТП, %;

$(E(\pi_{t+1}) - \pi_t^*)$ – різниця між інфляційними очікуваннями бізнесу та ціллю по інфляції, %;

$debt_t$ – різниця між співвідношенням державного боргу до ВВП та оптимального рівня для держави із перехідною економікою (60%), %;

s_interv_t – реальна величина сальдо валютних інтервенцій НБУ, млрд. грн;

fsi_t – індекс фінансового стресу;

b_aid_t – реальна величина надходження у бюджет із з-закордону, млрд. грн;

cr_gdp_t – співвідношення наданих кредитів в економіці до ВВП, %;

$Duan_t$ – відхилення готівкового курсу гривні від офіційного, грн.;

$dolar_t$ – доларизація економіки, (депозити в іноземній валюті/ депозити всього)*100%;

gru_t – індекс геополітичного ризику для України;

npl_t – частка непрацюючих кредитів, %;

$reserves_t$ – співвідношення золотовалютних резервів до валового зовнішнього боргу мінус 20 (знову критичний рівень індикаторів боргової безпеки), %.

Розрахунок волатильності РЕОК відбувався за допомогою наступної формули:

$$REER_Volatility = \log\left(\frac{REER_t}{REER_{t-1}}\right) * 100$$

Беручи до уваги наукові результати та методики вирішення поставлених задач, наведені в [3-4; 16], нами запропоновано підхід, який передбачає оцінку волатильності та її підстановки безпосередньо у модель узагальненої авторегресивної умовної гетероскесдастичності (GARCH(2,1)). Для використання такого виду моделей, попередньо отриманий ряд волатильності було протестовано на стаціонарність та застосовано тест для виявлення ARCH-ефекту. Тест множника Лагранджа продемонстрував наявність такого ефекту (p-value=0.004126). Параметри моделей обиралися з урахування функцій автокореляцій та скоригованого критерію Акаїке.

Середні квартальні значення волатильності РЕОК продемонстровано на рис. 1.

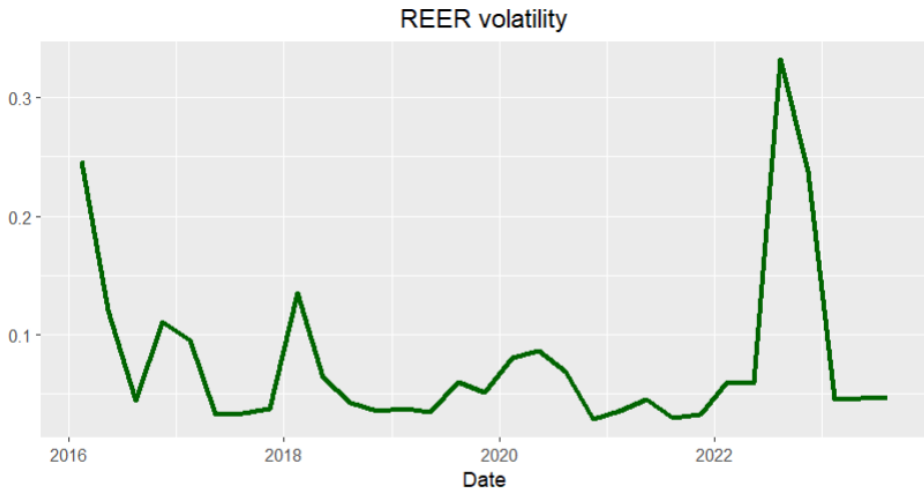


Рис. 1. Волатильність РЕОК

Борговий ризик було розраховано як суму дохідностей від українських євро- та доларових облігацій помножену на вагові коефіцієнти, що визначались з розрахунку на суму залучених до бюджету коштів (рис. 2).

Передбачається, що вищі виплати за зовнішнім боргом у майбутньому стануть тягарем для держбюджету та збільшать ймовірність дефолту.

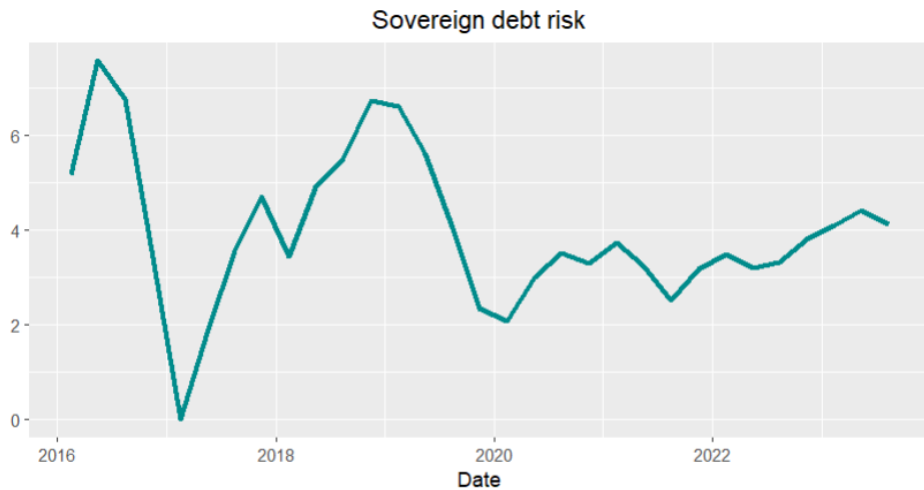


Рис. 2. Борговий ризик

Для подальшого аналізу сформовано вибірку даних із першого кварталу 2016 року по третій квартал 2023го року та на основі неї розроблено модель симулятивних рівнянь (SEM). Після перевірки на виконання умов порядку та рангу параметри моделі були оцінені за 2МНК. Модель та оцінки продемонстровані нижче:

$$\begin{aligned}\hat{y}_t &= 5.81 + 0.59 * \hat{y}_{t-1} - 0.76 * reer_{v_{t-1}} + 0.23 * \pi_{t-1} - 0.47 * fsd_t \\ &\quad + 0.11 * cne_t + 3.5 * fsi_t - 2.68 * gru_t, R^2 \\ &= 0.69; \quad (1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}reer_v_t &= 0.13 + 0.2 * reer_v_{t-1} - 0.006 * \hat{y}_{t-1} - 0.002 * \pi_{t-1} - \\ &\quad - 0.001 * fsd_{t-1} - 0.002 * \hat{r}_t - 0.0008 * (E(\pi_{t-1}) - \pi_{t-1}^*) - \\ &\quad - 0.001 * debt_t + 0.25 * fsi_t, R^2 = 0.71; \quad (2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}dr_t &= -1.68 + 0.33 * dr_{t-1} - 5.12 * reer_{v_t} + 0.14 * fsd_{t-1} - \\ &\quad - 0.09 * openness_{t-1} - 0.04 * \hat{r}_t + 0.44 * r_{ovdp_t} - \\ &\quad - 0.05 * b_{aid_t} - 0.08 * reserves_{t-1}, R^2 = 0.73; \quad (3)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\pi_t &= 6.83 + 0.67 * \pi_{t-1} - 0.15 * \hat{y}_{t-1} + 0.65 * \pi_t^{mtp} - 1.34 * i_{t-1}^{mtp} - \\ &\quad - 0.53 * (E(\pi_{t+1}) - \pi_t^*) R^2 = 0.83; \quad (4)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s_{fdi_t} &= 41.12 - 0.03 * s_{fdi_{t-1}} - 51.23 * reer_{v_{t-1}} + 1.85 * \pi_{t-1} + \\ &\quad + 0.15 * fsd_{t-1} + 0.73 * s_{interv_{t-1}} - 0.49 * b_{aid_t} - 13.22 * gru_t - \\ &\quad - 0.8 * npl_t, R^2 = 0.587; \quad (5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}fsd_t &= 77.86 + 0.33 * fsd_{t-1} - 0.06 * s_{fdi_{t-1}} - \\ &\quad - 0.28 * openness_{t-1} + 0.3 * cr_{gdp_t} + 0.06 * \Delta uan_t - \\ &\quad - 1.65 * dolar_t + 0.08 * npl_t, R^2 = 0.751, \quad (6)\end{aligned}$$

$$openess_t = 13.4 + 0.56 * openness_{t-1} + 50.71 * reer_{v_t} -$$

$$-0.78 * fsd_t + 1.04 * dolar_{t-1} + 1.05 * gru_t. R^2 = 0.704, \quad (7)$$

Кожне рівняння моделі було протестоване за допомогою Ljung Box – тесту на відсутність серійної автокореляції залишків (таб. 1).

Таблиця 1

Ljung Box – тест

<i>Ljung Box - test</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>Statistics</i>	3.095	4.726	7.797	10.86	13.133	13.994	5.739
<i>p - value</i>	0.79	0.57	0.25	0.09	0.04	0.029	0.453

Результати тесту вказують на те, що на 5% рівні значущості рівняння сальдо прямих іноземних інвестицій та розвитку фінансового сектору не позбавлені серійної автокореляції залишків. Проте на 1% рівні автокореляція відсутня.

Для аналізу прямого та непрямого впливу волатильності валютного курсу на економічний розвиток можемо розрахувати коефіцієнт еластичності та непрямі бета-коефіцієнти відповідно з першого рівняння.

Коефіцієнт еластичності для волатильності РЕОК становить -0.449, що свідчить про те, що при збільшенні волатильності на 1%, розрив ВВП зменшиться на 0.0449% при фіксованості значень решти параметрів моделі.

Для дослідження непрямого впливу одного фактору через інший на результуючий показник можна використати непрямі бета-коефіцієнти. Результати аналізу вказують на те, що волатильність РЕОК найбільше впливає на економічний розвиток через показники інерції самого розриву ВВП та розвитку фінансового сектору (-0.278 та -0.11 відповідно), а найменше – через Commodity net export price index та індекс геополітичної ризику для України (-0.009 та -0.094 відповідно).

Що стосується рівняння боргового ризику, то прямий вплив волатильності РЕОК на дану ендегенну змінну становить -0.094. Непрямі бета-коефіцієнти вказують на те, що волатильність чинить найсуттєвіший ефект через показник відкритості економіки (0.081), а найменший – через розрив реальної процентної ставки (0.008).

Із другого рівняння симультаивної моделі, можемо зробити висновок, що найбільший прямий вплив на волатильність РЕОК має показник індексу фінансового стресу (25.67), а найменший – відхилення інфляційних очікувань від цілі по інфляції (-0.008).

За результатами побудови та дослідження таких моделей як ETS, NNAR, TBATS та STL були розраховані прогностні значення відповідних екзогенних змінних, середнє значення котрих згодом було підставлено у симультаивну модель задля отримання прогнозу ендегенних показників (табл. 2).

Прогноз макроекономічних показників вказує на те, що волатильність РЕОК може збільшитись разом зі збільшенням розриву ВВП. Борговий ризик знижуватиметься, у той час як інфляція перебуватиме у межах 8-10%. Що стосується сальдо прямих іноземних інвестицій, то прогнозується його різке збільшення. Останні два показники будуть дещо нижчими за середньоісторичні значення.

Таблиця 2

Прогнозування

Date	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Останні 4 квартали, фактичні дані							
2022 Q4	-11.33	0.237	3.81	26.6	5.02	36.93	60.73
2023 Q1	-6.73	0.045	4.11	21.3	19.28	49.74	73.64
2023 Q2	-1.84	0.046	4.41	12.8	21.52	43.54	55.69
2023 Q3	2.55	0.047	4.13	7.1	9.63	37.62	46.31
Прогноз на наступні 4 квартали							
2023 Q4	-6.79	0.009	3.16	9.56	41.20	29.47	23.69
2024 Q1	-8.12	0.054	3.17	8.74	27.77	37.4	35.68
2024 Q2	-7.46	0.068	1.83	8.75	35.26	32.02	36.78
2024 Q3	-11.3	0.049	1.63	8.72	48.85	34.12	42.18

Для подальшого дослідження нам знадобляться моделі, що допоможуть описати нелінійний зв'язок між нашими змінними. Для цього використаємо тест Тerasvirta, що показує себе краще за тести Ramsey чи White у виявленні нелінійності [22].

Згідно результатів, вибрані рівняння економічного розвитку та боргового ризику містять нелінійний зв'язок між залежною та незалежними змінними ($p\text{-value} < 2 \cdot 10^{-16}$).

Тепер можемо скористатися можливостями порогової векторної авторегресії (TVAR) та дослідити вплив волатильності на економічний розвиток за умовно «низького» та «високого» режимів, тобто ефект волатильності, коли вона нижче або відповідно вище певного рівня. Для цього помістимо змінні із першого рівняння у модель, оцінка якої продемонстрована нижче:

$$\hat{y}_t = -111.84 + 1.04 * \hat{y}_{t-1} + 255.69 * reer_{v_{t-1}} + 0.5 * \pi_{t-1} + 0.08 * fsd_{t-1} + 0.89 * cne_{t-1} + 123.13 * fsi_{t-1} - 10.74 * gru_{t-1}, \text{ (Low regime)}$$

$$\hat{y}_t = -55.92 - 0.49 * \hat{y}_{t-1} + 18.93 * reer_{v_{t-1}} + 0.12 * \pi_{t-1} - 0.63 * fsd_{t-1} + 0.75 * cne_{t-1} - 12.64 * fsi_{t-1} - 3.08 * gru_{t-1}, \text{ (High regime)}$$

Результати свідчать про те, що якщо значення волатильності РЕОК нижче за пороговий рівень (0.0469), то вплив на економічне зростання є сильнішим (оцінки 255.69 і 18.93 змінної волатильності за обох режимів відповідно). Пороговий рівень визначався моделлю автоматично так, щоб мінімізувати суму квадратів залишків та значення інформаційного критерію Акайке. Ефект в обох випадках є позитивним. Коефіцієнт детермінації рівний 0.9.

Для дослідження впливу волатильності РЕОК на борговий ризик, запропоновано скласти модель порогової авторегресії зі змінними із відповідного рівняння:

$$dr_t = 1.66 + 0.24 * dr_{t-1} - 14.26 * reer_{v_{t-1}} + 0.01 * fsd_{t-1} - 0.07 * openness_{t-1} - 0.14 * \hat{r}_{t-1} + 0.46 * r_{ovdp_{t-1}} - 0.02 * b_{aid_{t-1}} - 0.08 * reserves_{t-1}, \text{ (Low regime)}$$

$$dr_t = -10.76 + 0.66 * dr_{t-1} + 1.63 * reer_{v_{t-1}} + 0.18 * fsd_{t-1} + 0.04 * openness_{t-1} + 0.14 * \hat{r}_{t-1} + 0.09 * r_{ovdp_{t-1}} - 0.005 * b_{aid_{t-1}} + 0.24 * reserves_{t-1}, \text{ (High regime)}$$

Аналізуючи коефіцієнти моделі, можна зазначити, що якщо значення волатильності нижче порогового значення (0.0469), то борговий

ризик схильний до зниження (-14.26), а якщо вище – навпаки (1.63), і вплив більший за нижчого режиму (асиметричний). Коефіцієнт детермінації рівний 0.84 .

Можемо порівняти результати моделі порогової векторної авторегресії з моделлю переключення режимів Маркова, де тепер розділяти вибірку на два режими буде уже залежна змінна, а не волатильність РЕОК.

Модель Маркова для розриву ВВП:

$$\hat{y}_t = 138.49 - 37.57 * reer_{t-1} - 1.17 * \pi_{t-1} - 0.13 * fsd_t - 1.09 * cne_t - 13.79 * fsi_t - 4 * gru_t, R^2 = 0.87 \quad (\text{Regime 1})$$

$$\hat{y}_t = -84.83 - 30.4 * reer_{t-1} + 1.01 * \pi_{t-1} - 0.82 * fsd_t + 1.04 * cne_t - 36.35 * fsi_t + 0.57 * gru_t, R^2 = 0.97 \quad (\text{Regime 2})$$

Результати вказують на те, що за обох режимів, вплив волатильності на економічний розвиток є негативним. Середнє значення розриву ВВП за першого режиму становить 4.8 , а за другого – -3.95 . Що стосується інших змінних, то ефект значно різниться для інфляції, Commodity net export price index та індексу геополітичного ризику.

З таблиці нижче можна зробити висновок про те, що якщо певний період відноситься до першого режиму то ймовірність у наступному періоді залишитися у ньому ж рівна 86% , перейти у другий режим – відповідно 14% . Те саме стосується і другого режиму, тобто існує стійкість.

Таблиця 3

Ймовірність переходу для розриву ВВП

	Regime 1	Regime 2
Regime 1	0.86	0.15
Regime 2	0.14	0.85

Графічно результат віднесення певного періоду до першого режиму відображено зеленим кольором, а до другого – відповідно решту кварталів (рис. 3).

Модель Маркова для боргового ризику:

$$dr_t = 0.91 - 11.68 * reer_v_t + 0.13 * fsd_{t-1} - 0.07 * openness_{t-1} + 0.01 * \hat{r}_t + 0.25 * r_{ovdp}_t - 0.01 * b_{aid}_t - 0.38 * reserves_{t-1},$$

$$R^2 = 0.99 \text{ (Regime 1)}$$

$$dr_t = -1.27 + 2.34 * reer_v_t + 0.14 * fsd_{t-1} - 0.15 * openness_{t-1} - 0.09 * \hat{r}_t + 0.77 * r_{ovdp}_t - 0.12 * b_{aid}_t + 0.02 * reserves_{t-1},$$

$$R^2 = 0.9 \text{ (Regime 2)}$$

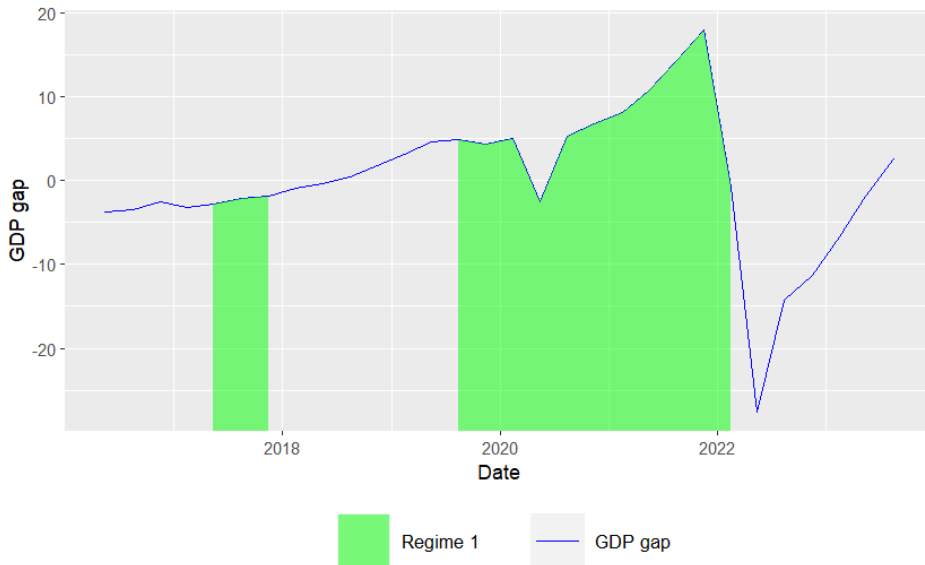


Рис. 3. Розрив ВВП та віднесення періоду до певного режиму

Результати моделювання вказують на те, що у першому режимі волатильність обмінного курсу знижує борговий ризик, натомість за другого режиму збільшує його. Знову ж таки, вплив асиметричний, як і у моделі порогової векторної авторегресії. Середнє значення ендогенної змінної за першого режиму становить 4.41, а за другого – 3.62.

Аналіз ймовірностей переходу свідчить, що теж існує певна стійкість (табл. 4).

Таблиця 4

Ймовірності переходу для боргового ризику

	<i>Regime 1</i>	<i>Regime 2</i>
<i>Regime 1</i>	0.77	0.14
<i>Regime 2</i>	0.23	0.86

Графічно результат віднесення певного періоду до першого режиму відображено зеленим кольором, а до другого – відповідно решту кварталів (рис. 4).

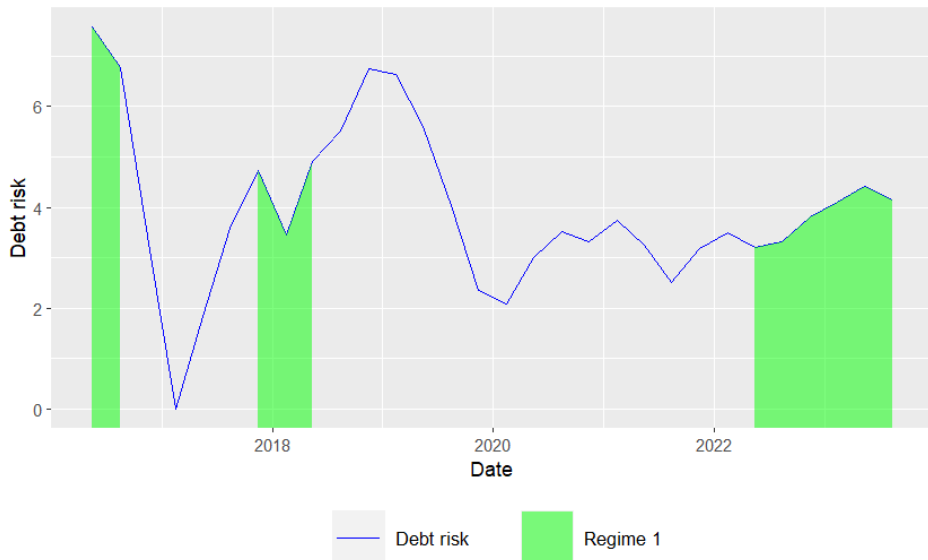


Рис. 4. Борговий ризик та віднесення періоду до певного режиму

Таким чином, порівняння результатів використання лінійного та нелінійних підходів до моделювання дозволило проаналізувати вплив волатильності обмінного курсу на економічне зростання та борговий ризик.

Висновки

Проведений аналіз з використанням можливостей економетричного моделювання дозволив проаналізувати взаємозв'язки між економічним зростанням та факторами, через котрі волатильність обмінного

курсу здатна на нього впливати безпосередньо чи непрямо. Зокрема, симулятивна модель та оцінені за допомогою неї коефіцієнти еластичності та непрямі бета-коефіцієнти дали змогу вказати на фактори, що найсильніше впливають на результуючі показники.

Можемо зробити висновок, що волатильність гривні безпосередньо негативно позначається на економічному зростанні, проте може зменшити борговий ризик. Важливими у даних процесах є розвиток та стан фінансового сектору, а також об'єм торгівлі з іншими країнами, оскільки через дані показники волатильність впливає на економічний розвиток або ж сама змінюється.

Важливим є також етап прогнозування, де використання одновимірних моделей дозволило визначити майбутні значення ендогенних показників. Прогноз продемонстрував те, як збільшення волатильності національної валюти у взаємозв'язку із іншими макроекономічними індикаторами вплинуло на їх подальше значення: збільшився розрив ВВП від потенційного рівня, знизився борговий ризик та відкритість економіки. Вплив на інфляцію майже непомітний. Також не слід забувати, що рівняння прямих іноземних інвестицій та розвитку фінансового сектору не є достатньо адекватними за тестом на відсутність автокореляції залишків, тому попередні висновки не будуть доречними.

Вивчаючи вплив волатильності на борговий ризик за допомогою нелінійних моделей, можна сказати, що деяка нестабільність позитивно позначиться на майбутній платоспроможності держави. Натомість вплив волатильності на економічний розвиток не завжди однозначний. Також спостерігається асиметричність ефекту за різних режимів на вибрані ендогенні змінні.

У подальших дослідженнях залишається простір для детальнішого вивчення порогових рівнів дозволеної волатильності, щоб визначити його ефект на вибрані макроекономічні показники.

Література

1. ВВП України за підсумками 2022 року впав на 29,1% — Держстат. (2023, April 13). URL: <https://minfin.com.ua/ua/2023/04/13/104035673/>
2. Fabris, N., & Lazić, M. (2022). Evaluating the role of the exchange rate in monetary policy reaction function of advanced and emerging market economies. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 11(2), 77–96. <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2022-0014>

3. Benyacoub, K. a. & B. (2022). Exchange Rate Volatility Effect on Economic Growth under Different Exchange Rate Regimes: New Evidence from Emerging Countries Using Panel CS-ARDL Model. *ideas.repec.org*.
<https://ideas.repec.org/a/gam/jjrfmx/v15y2022i11p499-d954687.html>
4. Perazzi, J. R., & Romero, H. (2022). Exchange rate volatility, corruption, and economic growth. *Heliyon*, 8(12), e12328. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12328>
5. Abanikanda, E. O. (2023, January 11). Does Financial Deepening Matter in the Nexus between Exchange Rate Volatility and Foreign Investment? Insight from Nigeria. <https://www.ajol.info/index.php/ajer/article/view/239625>
6. Nguyen, V. C., & Tuyet, T. (2020). Impact of exchange rate shocks, inward FDI and import on export performance: A cointegration analysis. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(4), 163–171.
<https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no4.163>
7. Oppong-Baah, T., Yu, B., Twi-Brempong, C., Amoah, E. O., Prempeh, N. A., & Ad-dai, M. (2022). The impact of trade openness on economic growth: the case of Ghana and Nigeria. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*, 10(01), 142–160. <https://doi.org/10.4236/jhrss.2022.101010>
8. Chen, Z. (2022). The impact of trade and financial expansion on the volatility of the real exchange rate. *PLOS ONE*, 17(1), e0262230.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262230>
9. Valogo, M. K., Duodu, E., Yusif, H., & Baidoo, S. T. (2023). Effect of exchange rate on inflation in the inflation targeting framework: Is the threshold level relevant? *Research in Globalization*, 6, 100119.
<https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100119>
10. Державний борг України [2024] ► Міністерство Фінансів України. (2023, 25 грудня). URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/debtgov/>
11. Keyser, A., & Paczos, W. (2023). Sovereign risk, debt composition and exchange rate regimes. *Finance Research Letters*, 58, 104396.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104396>
12. Eijffinger, S., & Karataş, B. (2023). Three sisters: The interlinkage between sovereign debt, currency, and banking crises. *Journal of International Money and Finance*, 131, 102798. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2022.102798>
13. Biyase, M. M. & M. (2023). Exchange rate risk and sovereign debt risk in South Africa: A Regime Dependent Approach. *ideas.repec.org*.
<https://ideas.repec.org/p/ady/wpaper/edwrg-04-2023.html>
14. Пілько, А., & Чепига, Б. (2022). Моделі аналізу взаємозв'язків між макроекономічними показниками та показниками державного боргу. *Економіка та суспільство*, (45). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-60>
15. Пілько А. Д., Чепига Б. Т. Аналіз впливу монетарних інструментів на величину внутрішнього боргу в контексті постановки та вирішення задачі моделювання порогового рівня боргової безпеки. *Проблеми економіки*. 2023. №2. С. 231–239. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2023-2-231-239>
16. Jara, A., & Piña, M. (2023). Exchange rate volatility and the effectiveness of FX interventions: The case of Chile. *Latin American Journal of Central Banking*, 4(2), 100086. <https://doi.org/10.1016/j.latcb.2023.100086>

17. Kuncoro, H. (2020). Interest Rate Policy and Exchange Rates Volatility Lessons from Indonesia. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 9(2), 19–42. <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2020-0012>
18. Aftab, M., & Mehmood, A. (2023). Does Central Bank Transparency Deter the Exchange Rate Volatility? New Evidence from Asian Emerging Markets. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 12(2), 133–163. <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2023-0017>
19. Офіційна сторінка Національної асоціації банків України. URL: <https://nabu.ua> (дата звернення: 01.01.2024).
20. Офіційна сторінка Національного банку України. URL: www.bank.gov.ua (дата звернення: 01.01.2024)
21. Economic Policy uncertainty index. (n.d.). URL: <https://www.policyuncertainty.com/gpr.html> (access date: 01.01.2024)
22. Prabowo, H., Suhartono, S., & Prastyo, D. D. (2020). The performance of Ramsey Test, White Test and Terasvirta Test in detecting nonlinearity. *Inferensi: Jurnal Statistika*, 3(1), 1. <https://media.neliti.com/media/publications/323503-the-performance-of-ramsey-test-white-test-37752df5.pdf>.

Моделі оцінки інвестиційної привабливості регіонів України

к. е. н., доц. Шпирко В. В.

Олійник Ю. Є.

Стрілець Р. О.

*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка*

Україна, як країна з різноманітними географічними, економічними та соціокультурними характеристиками, має значний потенціал для інвестиційного розвитку на рівні окремих регіонів. Проте для того, щоб ефективно залучати інвестиції, необхідно розуміти та аналізувати різноманітні аспекти, які впливають на інвестиційну привабливість.

У цьому контексті моделювання і оцінювання інвестиційної привабливості регіонів стає складним завданням, що вимагає комплексного підходу та використання різноманітних методів та інструментів. Сучасні методи оцінювання враховують не лише економічні показники, а й соціальні, інфраструктурні, політичні та інші фактори, які впливають на інвестиційну привабливість.

Інвестиції впливають на глибинні основи господарської діяльності та управління розвитком територіальних систем регіонів, визначаючи процеси економічного зростання, покращення соціальних стандартів і охорони навколишнього середовища. У сучасних умовах вони є найважливішим механізмом створення умов для виходу із системної кризи, яка охопила практично всі без винятку сфери життя суспільства [5; 8].

У роботі було проведено аналіз інвестиційної привабливості областей України, що є перспективними для інвестування в умовах воєнного стану (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Львівська,

Тернопільська, Волинська, Хмельницька, Рівненська, Вінницька, Житомирська, Київська) у кілька етапів із використанням пакету прикладних програм «Statistica». Вихідні дані отримані з офіційного сайту Державної служби статистики України [1].

На першому етапі сформовано інформаційне поле дослідження. Залежність можливості залучення інвестицій від сукупності економічних, правових, організаційних, політичних та соціальних умов, що впливають на динаміку та структуру інвестицій в регіоні, пояснює необхідність дослідження поточного стану його економіки, що неможливо без аналізу обмеженого числа пріоритетних для даного регіону галузей [9].

Таблиця 1

Інвестиції в основний капітал за галузями економіки

Галузі	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.
Сільське господарство	1596,8	1643,5	1595,2	950,3
Промисловість	907,5	778,7	806,1	462,6
Торгівля	914,1	937,1	1023,8	20,7
Освіта	232,2	227,2	65,3	61
Транспорт і зв'язок	1217,2	807,6	960,6	1181,8
Будівництво	700,1	787	701,8	71,3
Готелі і ресторани	1,5	2,0	0,2	0,02
<i>РАЗОМ</i>	<i>7949,6</i>	<i>8105,7</i>	<i>6970,5</i>	<i>9268,5</i>

Джерело: складено авторами на основі [1].

В табл. 2 представлені показники, що застосовуються для поглибленого аналізу галузевих факторів. Як видно, не всі вони безпосередньо доступні в держаній базі статистики, оцінка багатьох показників вимагає проведення спеціальних досліджень, наприклад, стадія життєвого циклу або коефіцієнт варіації показників рентабельності в розрізі окремих підприємств галузі.

На другому етапі здійснено перевірку показників, що використовуються, на однорідність розподілу щодо середнього рівня (коефіцієнт варіації) та на підпорядкування вихідної інформації закону нормального розподілу (за допомогою відношення показника асиметрії та ексцесу до їх помилок та критерію Шапіро-Вілкса). Визначено показники, які мають бути виключені з вибірки, оскільки мають слабкий зв'язок із результативним показником. В якості такого показника було виділено приріст (зменшення) заощаджень населення, які в свою чергу включають: кошти у вкладах на рахунках у банках, в державних та інших цінних паперах, на рахунках індивідуальних підприємців, готівкові кошти на руках, витрати на купівлю нерухомості, худоби та птиці й інші заощадження. Крім того, цей показник скоригований на заборгованість по кредитах.

Таблиця 2

Основні показники галузевих факторів

Рівень перспективності розвитку галузі	Рівень середньогалузевої рентабельності	Рівень інвестиційних ризиків
Значущість галузі в економіці	Коефіцієнт рентабельності активів	Коефіцієнт варіації середньогалузевого показника рентабельності особистого капіталу в окремі роки періоду
Стійкість галузі до економічного спаду	Коефіцієнт рентабельності особистого капіталу	Коефіцієнт варіації показників рентабельності в розрізі окремих підприємств галузі
Соціальна значущість галузі	Коефіцієнт рентабельності реалізації продукції	Рівень внутрішньої конкуренції
Забезпеченість особистими фінансовими ресурсами	Коефіцієнт рентабельності поточних затрат	Рівень інфляційної стійкості продукції

Джерело: складено авторами на основі [1; 10].

Для остаточного визначення фінальних показників використано метод головних компонентів у рамках програми *Statistica*, інструмент «Багатомірний розвідувальний аналіз – Факторний аналіз». Даний метод дозволяє виявити по всій масі показників найбільш вагомі, які суттєво впливають на вихідний результат, причому одразу для всіх регіонів.

При цьому перед застосуванням даної процедури всі числові ознаки зведені до стандартизованого вигляду. Для виконання цієї процедури ми скористалися інструментом "Дані – Стандартизувати" пакету програм "*Statistica*".

Таким чином, застосування процедури стандартизації дозволило відобразити в одній системі координат змінні з різними одиницями виміру.

Таблиця 3

Рівень перспективності розвитку галузі

Галузі	Значущість галузі в економіці регіону	Стійкість галузі до економічного спаду	Соціальна значущість галузі	Коефіцієнт автономії галузі	Ступінь державної підтримки галузі	Середня рангова значущість галузі
Сільське господарство	0,34	0,8	0,26	121,4	0,18	1
Промисловість	0,08	0,68	0,09	43,7	0,09	2,8
Торгівля	0,07	-0,28	0,11	21,4	0,09	4,6
Освіта	0,07	0,09	0,13	82,1	0,02	3,2
Транспорт і зв'язок	0,06	-0,15	0,07	34,3	0,13	4,6
Будівництво	0,06	-0,12	0,04	41,0	0,07	5,0
Готелі і ресторани	0,01	0,03	0,02	30,1	0	6,2

Джерело: складено авторами на основі [1; 2; 3; 4].

Зведемо отримані показники до єдиної таблиці в *Statistica* (рис. 1) та проведемо кластерний аналіз (рис. 2).

Таблиця 4

Рівень рентабельності галузі

Галузі	Коефіцієнт рентабельності активів	Коефіцієнт рентабельності продукції	Коефіцієнт поточної ліквідності	Середня рангова значущість галузі
Сільське господарство	2,75	01,13	213,2	3,0
Промисловість	-34,48	-20,28	232,5	5,0
Торгівля	2,95	1,18	123,2	2,5
Освіта	9,05	11,1	278,0	1,0
Транспорт і зв'язок	-4,73	-6,98	73,0	5,0
Будівництво	-3,30	8,9	109,2	4,0
Готелі і ресторани	1,25	-7,25	26,1	5,7

Джерело: складено авторами на основі [1].

	1 Пер1	2 Пер2	3 Пер3	4 Пер4	5 Пер5	6 Пер6	7 Пер7	8 Пер8
Сільське господарство	0,34	0,80	0,26	121,40	0,18	0,43	0,45	0,68
Промисловість	0,08	0,68	0,09	43,70	0,09	-2,17	-2,00	-0,83
Торгівля	0,07	-0,28	0,11	21,40	0,09	0,44	0,74	-0,49
Освіта	0,07	0,09	0,13	82,10	0,02	0,87	0,74	1,00
Транспорт і зв'язок	0,06	-0,15	0,07	34,30	0,13	-0,10	-0,30	-1,28
Будівництво	0,06	-0,12	0,04	41,00	0,07	0,21	0,71	-0,43
Готелі та ресторани	0,01	0,03	0,02	30,10	0,07	0,32	-0,33	1,34

Рис. 1. Вихідні дані для кластерного аналізу в *Statistica*.

Джерело: складено авторами на основі табл. 4.

Сільське господарств	121,4000	0,448571	Номер	Но. 1	Но. 2
Промисловість	43,7000	-0,580000	Но. 1	0,00000	3925,139
Торгівля	21,4000	0,097143	Но. 2	62,65093	0,000
Освіта	82,1000	0,417143			
Транспорт і зв'язок	34,3000	-0,224286			
Будівництво	41,0000	0,077143			
Готелі та ресторани	30,1000	0,208571			

Рис. 2. Кластерний аналіз

Джерело: побудовано авторами на основі [1].

Таблиця 5

Рівень перспективності розвитку галузі

Галузі	Сумарний рейтинг галузі
Сільське господарство	1
Промисловість	0,9
Торгівля	0,8
Освіта	0,7
Транспорт і зв'язок	0,65
Будівництво	0,5
Готелі і ресторани	0,2

Джерело: побудовано авторами на основі [1].

Таблиця 6

Приналежність до кластерів

Галузі	Приналежність до кластеру
Сільське господарство	1
Промисловість	3
Торгівля	1
Освіта	2
Транспорт і зв'язок	3
Будівництво	3
Готелі і ресторани	4

Джерело: побудовано авторами на основі [1].

Отже, за результатами кластерного аналізу можна зробити висновок, що в перший кластер потрапляють дві галузі – сільське господарство та торгівля, до другого – освіта, до третього – промисловість, будівництво, транспорт і зв'язок, в четвертий – готелі та ресторани.

Для вирішення задачі формування переліку факторних змінних, котрі слід включати до економетричних моделей визначення теоретичних оцінок складових інвестиційної привабливості, нами було запропоновано використання методу покрокової регресії.

Таким чином, керуючись методами якісного аналізу, а також методом покрокової регресії, розроблено моделі визначення величини промислового, сільськогосподарського, фінансового, соціального та споживчого потенціалів.

Наведемо моделі оцінки складових інвестиційної привабливості:

– сільськогосподарський потенціал (K_1):

$$Y_1 = f(x_1; x_2; e) \quad (1)$$

де Y_1 – валова продукція сільського господарства, млн грн;

x_1 – чисельність працюючих у сільському господарстві, тис. осіб;

x_2 – капітальні інвестиції в сільське господарство, млн грн;

e – випадкова неспостережувана величина;

промисловий потенціал (K_2):

$$Y_2 = f(x_1; x_2; e) \quad (2)$$

де Y_2 – обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн.;

x_1 – чисельність працівників у промисловості, тис. осіб;

x_2 – капітальні інвестиції у промисловість, млн грн;

– фінансовий потенціал (K_3):

$$Y_3 = f(x_1; x_2; x_3; e) \quad (3)$$

де Y_3 – фінансовий результат підприємств до оподаткування, млн грн;

x_1 – кількість суб'єктів господарювання, од.;

x_2 – середній розмір реальної заробітної плати, грн;

x_3 – прямі інвестиції в регіон, млн. дол. США;

– соціальний потенціал (K_4):

$$Y_4 = f(x_1; x_2; x_3; e) \quad (4)$$

де Y_4 – інтегральна оцінка регіонального людського розвитку;

x_1 – рівень безробіття, тис. осіб;

- x_2 – кількість лікарняних ліжок на 10 000 населення;
 x_3 – кількість закладів культури на 10 000 населення;
 – споживчий потенціал (K4):

$$Y_5 = f(x_1; e) \quad (5)$$

де Y_5 – рівень доходів населення, млн грн;

x_1 – чисельність населення, млн осіб;

Оцінка параметрів моделей проводилась за методом найменших квадратів після перевірки виконання основних передумов його застосування. Відповідно до цього було отримано такі оцінені моделі:

Таблиця 7

Моделі оцінки складових інвестиційної привабливості

№	Складові інвестиційної привабливості	Модель
1	Сільськогосподарський потенціал	$Y_1 = -5732,39 + 57,62x_1 + 27,28x_2$
2	Промисловий потенціал	$Y_2 = 2067,75 + 218,6x_1 + 88,01x_2$
3	Фінансовий потенціал	$Y_3 = 35067,75 + 412,46x_1 + 6,11x_2 + 57,62x_3$
4	Соціальний потенціал	$Y_4 = 2808,3 - 523,62x_1 + 8,34x_2 + 67,02x_3$
5	Споживчий потенціал	$Y_5 = 67089,75 + 288,19x_1$

Джерело: розраховано авторами.

Величину інвестиційного потенціалу регіону рекомендовано розраховувати як суму добутків величин промислового, сільськогосподарського, фінансового, соціального, споживчого потенціалів на відповідні їм вагові коефіцієнти [7]. Враховуючи різну вимірність отриманої кількісної інформації, знайдені величини складових інвестиційного потенціалу було нормовано за допомогою формули:

$$Y_{ij}^* = \frac{y_{ij} - \bar{y}_j}{\delta_j} \quad (6)$$

де Y_{ij}^* – нормалізоване (стандартизоване) значення індикатора j -ї складової інвестиційного потенціалу в i році;

Y_j – середнє значення індикатора j -ї складової інвестиційного потенціалу;

δ_j – середньоквадратичне відхилення j -ї складової інвестиційного потенціалу.

Вагові коефіцієнти окремих складових інвестиційного потенціалу визначаємо на основі попередньо розрахованих коефіцієнтів детермінації відповідних моделей оцінки складових інвестиційного потенціалу:

$$a_j = \frac{R_j^2}{\sum_{j=1}^5 R_j^2} \quad (7)$$

де a_j – ваговий коефіцієнт j -ї складової інвестиційного потенціалу;

R_j^2 – коефіцієнт детермінації, розрахований на основі моделі визначення теоретичної оцінки j -ї складової інвестиційного потенціалу [6].

Проведені розрахунки за вищеописаною формулою дозволили визначити питому вагу кожної зі складових інвестиційної привабливості в загальному показнику. Таким чином, питома вага промислової складової складає 14,2853%, сільськогосподарської – 32,9963%, фінансової – 18,4618%, соціальної – 33,1275%, споживчої – 1,1291% в загальній структурі інвестиційного потенціалу регіону.

В результаті проведених розрахунків на основі оцінених моделей отримано формулу, за допомогою якої можна визначати величину інвестиційної привабливості регіонів:

$$K=0,142853K_1+0,329963K_2+0,184618K_3+0,33127K_4+0,011291K_5 \quad (8)$$

Результати розрахунку показників, котрі характеризують інвестиційну привабливість аналізованих областей та її складові за період 2013–2022 років, наведено в табл. 8.

Графічно результати аналізу інвестиційної привабливості регіонів України області наведені на рис. 3.

Таблиця 8

Інвестиційний потенціал в розрізі його основних компонентів

Період	Сільсько-господарський потенціал (K_1)	Промисловий потенціал (K_2)	Фінансовий потенціал (K_3)	Соціальний потенціал (K_4)	Споживчий потенціал (K_5)	Інвестиційна привабливість
2013	-1,865	-1,043	-1,400	-0,913	-2,187	-1,230
2014	-1,314	-1,124	-0,961	-0,784	-0,490	-0,942
2015	-0,585	-1,087	-0,471	-0,151	0,652	-0,485
2016	0,063	-0,860	-1,048	-0,939	0,662	-0,783
2017	0,106	-0,451	0,165	-0,236	1,207	-0,065
2018	0,530	0,442	0,050	-0,354	0,002	0,067
2019	0,022	0,990	0,534	-0,053	-0,184	0,418
2020	1,075	0,815	0,573	-0,023	-0,461	0,421
2021	0,805	1,151	0,616	1,124	-0,339	0,896
2022	1,164	1,166	1,943	2,228	1,138	1,702

Джерело: побудовано авторами на основі власних розрахунків.

Як можна бачити з табл. 8 та рис. 3, протягом досліджуваного періоду (2013-2022 рр.) прослідковується тенденція до зростання інвестиційної привабливості аналізованих регіонів України. При цьому мало місце незначне скорочення показника в період 2015–2016 рр., а також призупинення зростання в період 2017–2018 рр. В першому випадку поясненням може бути вплив світової кризи, котрий наклав свій відбиток практично на всі сфери економіки та соціальну сферу. В другому випадку логічним поясненням є бойові дії, котрі велися в окремих східних регіонах України, а також відторгнення частини суверенної

території держави. Зрозуміло, що відбулося зростання витрат на оборону, а отже скоротилося фінансування економічних і соціальних програм.

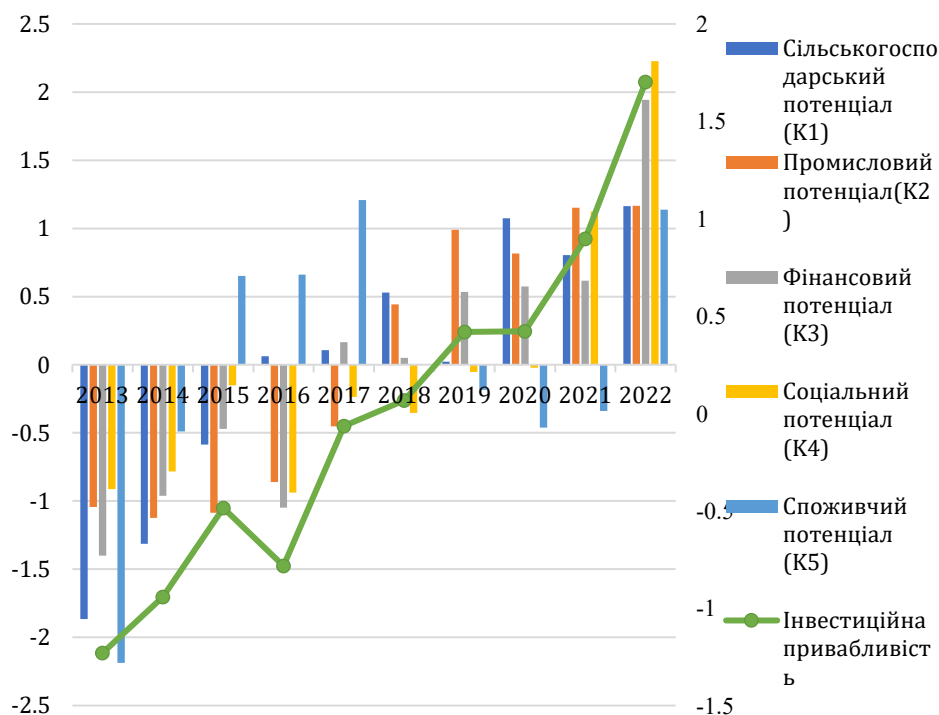


Рис. 3. Динаміка складових інвестиційного потенціалу регіонів України за 2013 – 2022 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі табл. 7.

Практично аналогічні процеси відбувалися в усіх без винятку складових структури інвестиційного потенціалу. Особливо негативно позначився вплив подій, пов'язаних з початком військової агресії 2014 року на фінансовій та споживчій складовій інвестиційної привабливості аналізованих регіонів України. Відрадно зазначити, що за підсумками 2016 року всі без винятку складові інвестиційного потенціалу показали чітку позитивну динаміку зростання порівняно з аналогічними даними за 2014-2015 рр., особливо соціальна, фінансова та

сільськогосподарська складові, котрі є визначальними у формуванні інвестиційної привабливості регіонів країни.

Таким чином, в умовах, які склалися на сьогодні в практично усіх без винятку регіонах України, особливо актуальною є задача підвищення ефективності використання наявного ресурсного потенціалу. Завдання полягає в ідентифікації так званих точок зростання – секторів економічної, соціальної, екологічної сфери, рекреаційного комплексу, фінансового сектора тощо, інвестування і державна підтримка яких здатна забезпечити нарощення і випереджаюче зростання сукупного інвестиційного потенціалу як окремо взятих регіонів та їх територіальних систем, так і держави в цілому. Як показує практика передових розвинутих економік і суспільств, зростання інвестиційного потенціалу та закономірне покращення інвестиційного клімату призводять до зростання показників як капітальних, так і іноземних інвестицій в різні сектори економічного та суспільного життя регіону, покращуючи при цьому рівень забезпечення економічної, соціальної та екологічної складової безпеки розвитку регіону.

Отже, інвестиційна привабливість регіонів України зростала протягом 2013-2022 років, за винятком незначного зниження в 2015-2016 роках та призупинення зростання в 2017-2018 роках. На інвестиційну привабливість регіонів України впливають різноманітні фактори, зокрема економічні, соціальні, інфраструктурні, політичні та інші.

Запропонована в статті методологія оцінювання інвестиційної привабливості регіонів є комплексною та враховує широкий спектр факторів, що впливають на інвестиційну привабливість. Результати аналізу інвестиційної привабливості десяти регіонів України показують, що найбільш інвестиційно привабливими є регіони з розвинутою промисловістю, сільським господарством, фінансовим сектором та соціальною інфраструктурою.

Для підвищення інвестиційного потенціалу регіонів України необхідно зосередитися на розвитку ключових галузей економіки, покращенні соціальної інфраструктури та створенні сприятливого інвестиційного клімату.

Україна має значний потенціал для залучення інвестицій, проте вона недостатньо його використовує. Інвестиційна привабливість країни стикається з несприятливими факторами, більшість з яких є

суб'єктивного характеру. Наприклад, повільний темп структурних реформ, обумовлений недостатньою політичною волею відповідних чиновників, високий рівень корупції та неефективність протидії цьому явищу.

Хоча вплив на об'єктивні фактори може бути досить складно реалізувати, суб'єктивні чинники все ж можна мінімізувати або нейтралізувати. Тому реально значно покращити інвестиційну привабливість України в короткостроковій перспективі, якщо будуть вжиті адекватні заходи щодо суб'єктивних чинників.

Література

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL.: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
2. Матвієнко П. В. Оцінка інвестиційної привабливості регіонів. Економіка та держава. 2016. № 12. С. 66-71.
3. Методика розрахунку інтегральних регіональних індексів економічного розвитку, затверджена наказом Державного комітету статистики України від 15.04.2003 р. URL.: <http://zakon.rada.gov.ua/>
4. Мірошко П.І. Економіко-математичне моделювання потенціалу регіонів України . URL.: <http://www.economy.nayka.com.ua/1194&p>.
5. Іванова Н. Ю. Оцінка інвестиційної привабливості регіону: порівняльний аналіз сучасних методик. Наукові записки НаУКМА. Економічні науки. 2016. Т. 56. С. 1722.
6. Говорун Я. В. Удосконалення методичних підходів до оцінки інвестиційного потенціалу регіону. Економічні наукові Інтернет-конференції: URL.: http://www.economy-confer.com.ua/full_article/595/.
7. Романюк М.Д., Судук Н.В., Бушинський Є.В. Модель оцінювання інвестиційної складової безпеки розвитку регіонів України. Наукові перспективи. Серія "Економіка". Київ, 2022. № 3(21). С. 105-121.
8. Бутко М.П., Акименко О.Ю. Методологічні засади формування інвестиційного потенціалу регіональних господарських систем. Інвестиції: практика та досвід. 2008. №5. С. 3-7.
9. Буряковський В.В., Каламбет С.В. Оцінка інвестиційного потенціалу в Україні та основні напрямки його реалізації. Економіка та управління. 2017. № 6. С. 35-37.
10. Кирик Л. В. Теоретичні аспекти моделювання оцінки інвестиційної привабливості регіону. Сталий розвиток економіки. 2019. №3 с.109-113.

Дослідження ціноутворення деривативів за допомогою спектрального аналізу

д. е. н., проф. Буртняк І. В.

к. е. н., викл. Кушнір О. С.

Прикарпатський національний університет

ім. В. Стефаника

Вступ

Розглянемо одновимірну дифузію з процесом Бесселя з дрейфом, який рівний нулю (є ряд процесів цього типу де дрейф не рівний нулю, але їх дослідження можна звести до процесів з нульовим дрейфом). Такі процеси мають застосування при розв'язуванні економічних задач на знаходження короткострокових відсоткових ставок, кредитних спрейдів та стохастичної волатильності деривативів.

Дифузійні процеси Бесселя можна застосувати для ціноутворення азійських опціонів. Для цього потрібно розглянути фінансові потоки породжені процесами Бесселівської дифузії розклавши їх по системі функцій Бесселя першого роду при умові, яка враховує лінійну комбінацію потоку та його просторової похідної. Цей розклад дає можливість обчислити величину ринкового портфеля акцій та визначити рівень внутрішньої волатильності на ринку в будь-який момент часу, дозволяє дослідити динаміку фондового ринку.

У загальній теорії розглядаються більш ширші припущення на стохастичні процеси, зокрема такі як мартингальні, але не завжди існує аналітична формула для зображення розв'язку тому ми припускаємо що процеси марківські.

Спектральний метод застосовано до похідних фінансових інструментів, ціноутворення через представлення ціни похідного активу $u(t, x)$ нейтральною до ризику очікування деякої функції від майбутньої вартості основного процесу X , тобто як

$$u(t, x) = \tilde{E}_x [H(X_t)] = \int H(y) p(t, x, y) dy.$$

де $p(t, x, y)$ – щільність переходу X за ймовірністю P . Якщо інфінітезимальний генератор L базового процесу самоспряжений на гільбертовому просторі з приростом міри $m(x)dx$, і спектр L є дискретним, то щільність переходу X має розвинення за власними функціями [2]:

$$p(t, x, y) = m(y) \sum_n e^{-\lambda_n t} \varphi_n(y) \varphi_n(x),$$

де $\{\lambda_n\}$ – власні значення L і $\{\varphi_n\}$ – власні функції: тобто $L\varphi_n = \lambda_n \varphi_n$.

У роботі [1], описано застосування процесів Бесселя на фінансових ринках та співвідношення з інтегралом від геометричного броунівського руху. В [2] зроблено огляд ціноутворення азійських опціонів за допомогою процесів Бесселя.

Постановка завдання. В нашій роботі дифузійний процес використовуємо для знаходження величини фінансових потоків представивши їх через функції Бесселя першого роду, зокрема розглядаємо задачу Штурма-Ліувілля де граничні умови використовують функції Бесселя та їх похідні. Зокрема розглядаємо такий оператор

$$L = \partial_{xx}^2 + x^{-1} \partial_x - x^{-2} p^2 \quad (1)$$

де p – стала, яку називають індексом. Він породжує сингулярне параболічне рівняння при $x > 0$, L сингулярний параболічний оператор, інфінітезимальний, до нього зводяться ряд операторів де $\sigma^2 = 2x^2$, L називають оператором Бесселя.

Дифузія з оператором Бесселя досліджувалася роботах [3-6] але при інших крайових умовах, та ортогональних системах функцій.

Для дослідження L на власні значення та власні функції, при певних крайових умовах, розглянемо рівняння Бесселя.

$$x^2 v'' + x v' + (x^2 - p^2) v = 0 \quad (2)$$

Розв'язок рівняння (2), за винятком частинних значень p , не виражається через елементарні функції (в скінченному вигляді), ці неелементарні функції називають Бесселевими, вони мають широке застосування в економіці, техніці та фізиці. Оскільки рівняння Ейлера-Бесселя є лінійним, то його загальний інтеграл можна записати у вигляді

$$v = C_1 v_1 + C_2 v_2$$

де v_1, v_2 – два будь-які лінійно незалежні частинні розв'язки рівняння Ейлера-Бесселя, а C_1, C_2 – довільні сталі.

У випадку $p \geq 0$ робимо підстановку $v = x^p w$ отримаємо для функції w рівняння

$$w'' + \frac{2p+1}{x} w' + w = 0.$$

Розв'язок отриманого рівняння є степеневим рядом, який є абсолютно збіжним для всіх $x \in (-\infty; \infty)$ і має вигляд

$$v = x^p w = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^p}{\Gamma(p+1)} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(-1)^m \left(\frac{x}{2}\right)^{p+2m}}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot m(p+1) \cdot \dots \cdot (p+m)\Gamma(p+1)}, \quad (3)$$

де Γ – гамма функція. Перетворивши (3) на основі властивостей гамма функції, отримаємо Бесселеву функцію першого роду, порядку p .

$$J_p(x) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m \left(\frac{x}{2}\right)^{p+2m}}{\Gamma(m+1)\Gamma(p+m+1)},$$

Зауваження. Оскільки в рівняння (2) входить p^2 то заміна p на p не впливає на розв'язок рівняння, тому для будь-якого p існує розв'язок.

Якщо p не є цілим то функції Бесселя не можуть бути лінійно залежними і загальний інтеграл рівняння (2) має вигляд [7]

$$J = C_1 J_p(x) + C_2 J_{-p}(x),$$

при цілому p знаходимо ще один частинний розв'язок

$$Y_p(x) = \frac{J_p(x) \cos p\pi + J_{-p}(x)}{\sin p\pi},$$

який є бесселевою функцією другого роду, яка є невизначеною при $x = 0$ користуючись правилом Лопітала, знайдемо границю при $x \rightarrow 0$ і цим числом довізнаємо функцію в нулі

$$Y_0 = \frac{2}{\pi} J_0(x) \left(\ln \frac{x}{2} + C \right) - \frac{2}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} (-1)^m \left(\frac{x}{2}\right)^{2m} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m} \right),$$

Для будь якого p мають місце формули

$$\frac{d}{dx} (x^p J_p(x)) = x^p J_{p-1}(x),$$

$$\frac{d}{dx} (x^{-p} J_p(x)) = -x^{-p} J_{p+1}(x).$$

Функції Бесселя $J_p(\lambda x), J_p(\mu x)$ де λ і μ корені рівняння $J_p(x) = 0$, є ортогональними на відрізку $[0, 1]$ з вагою x тобто

$$\int_0^1 x J_p(\lambda x) J_p(\mu x) dx = 0, \quad \lambda \neq \mu, \quad \text{а при } \lambda = \mu \text{ можливі два випадки}$$

$$\int_0^1 x J_p^2(\lambda x) dx = \begin{cases} \frac{1}{2} J_p'^2(\lambda), & J_p(\lambda) = 0, \\ \frac{1}{2} \left(1 - \frac{p^2}{\lambda^2}\right) J_p^2(\lambda), & J_p'(\lambda) = 0. \end{cases}$$

Для всіх $\alpha, \beta \geq 0, \alpha + \beta > 0$ існує зліченна множина додатних коренів $\alpha v_k'(\mu) + \beta \mu v_k(\mu) = 0$, гранична точка яких знаходиться на нескінченості.

Нехай $v(x)$ розв'язок (2) то функція $v(\lambda x)$ теж буде розв'язком рівняння такого виду

$$x^2 v'' + x v' + (\lambda^2 x^2 - p^2) v = 0 \quad (4)$$

Рівняння (4) є рівнянням Бесселя з параметром λ .

Будь який розв'язок рівняння (2), який є функцією Бесселя, має нескінчену множину додатних коренів, які близькі до коренів функції $\sin(x + \omega)$, вигляду $k_n = n\pi - \omega$, $\omega = \text{const}$, n — ціле (аналогічно для від'ємних коренів, бо вони знаходяться симетрично відносно початку координат), якщо $k_n \neq 0$ то вони є прості корені і утворюють злічену множину.

Бесселеві функції це знакочергуючі ряди, тому обчислення значення можна здійснювати використовуючи лему Лейбніца, за якою можна визначити точність наближення.

Для знаходження власних функцій та власних значень розглянемо таку крайову задачу

$$x^2 v_k'' + x v_k' + (\lambda_k^2 x^2 - p^2) v_k = 0, \quad (5)$$

$$|v_k|_{x=0} < +\infty, \quad (6)$$

$$\alpha v_k'(x_0) + \beta v_k(x_0) = 0. \quad (7)$$

Тобто розглядаємо задачу Штурма-Ліувілля. Дана задача має єдиний розв'язок. Умову (6) накладемо тому, що $x = 0$ є особливою точкою рівняння (5) і оператора L . x_0 регулярна точка рівняння (5). Ті значення λ_k при яких крайова задача (5)-(7) має нетривіальний розв'язок v_k називаються власними значеннями, а v_k власними функціями задачі. Відомо, що при умовах (6) оператор L має злічену кількість власних

значень, вони прості та невід'ємні [8]. Домноження L на x^2 не змінює ні власних значень, ні власних функцій, ні їхньої кількості.

Розглянемо (5) з умовою $\alpha = 1$, $\beta = h > 0$, то маємо крайову задачу

$$\begin{cases} x^2 v_k'' + x v_k' + (\lambda_k^2 x^2 - p^2) v_k = 0, \\ |v_k|_{x=0} \leq +\infty, \\ v_k'(x_0) + h v_k(x_0) = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Легко бачити, що $\lambda = 0$ не є власним значенням задачі (8). Загальний інтеграл має вигляд

$$v = C_1 J_p(\lambda x) + C_2 Y_p(\lambda x),$$

підставивши в крайові умови одержимо

$$\lambda J_p'(\lambda x_0) + h J_p(\lambda x_0) = 0,$$

заміною $\lambda x_0 = \mu$ зводиться до рівняння

$$\mu J_p'(\mu) + h x_0 J_p(\mu) = 0. \quad (9)$$

Рівняння (9) має злічену множину додатних коренів

μ_k , $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_k < \dots$. Тому $\lambda_k = \frac{\mu_k}{x_0}$, де μ_k корінь (9), а $v_k(x) = J_p\left(\frac{\mu_k}{x_0} x\right)$, $k = 1, 2, \dots$

Знайдемо норму $v_k(x)$

$$\|v_k(x)\|^2 = \frac{1}{2} \left(x_0^2 \left(J_p'(\mu_k) \right)^2 + \left(x_0^2 - \frac{v^2}{\mu_k^2} \right) \left(J_p(\mu_k) \right)^2 \right), \quad k = 1, 2, \dots$$

Оскільки з (9) при $\mu = \mu_k$ маємо $J_p'(\mu_k) = -\frac{h x_0}{\mu_k} J_p(\mu_k)$ то норма

$$\|v_k(x)\|^2 = \frac{x_0^2}{2} \left(1 + \frac{h x_0^4 - v^2}{\mu_k^2 x_0^2} \right) \left(J_p(\mu_k) \right)^2, \quad k = 1, 2, \dots$$

У випадку коли $p = 0$ маємо задачу

$$\begin{cases} (xv)' + \lambda^2 x v = 0, \\ |v|_{x=0} < +\infty, \\ v_k'(x_0) + h v_k(x_0) = 0, \quad h > 0. \end{cases} \quad (10)$$

Легко перевірити, що $\lambda = 0$ не є власним значенням задачі, при $\lambda > 0$ з умови обмеженості впливає $v = C_1 J_0(\lambda x)$, $C_2 = 0$,

$$C_1 (\lambda J_0'(\lambda x_0) + h J_0(\lambda x)) = 0,$$

при $C_1 = 1$ маємо рівняння

$$\mu J_0'(\mu) + h x_0 J_0(\mu) = 0.$$

Як у випадку (9) всі корені є додатними та утворюють злічену множину $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_k < \dots$ $\lambda_k = \frac{\mu_k}{x_0}$, $v_k(x) = J_0\left(\frac{\mu_k}{x_0}x\right)$, $k = 1, 2, \dots$ при цьому норма $v_k(x)$ дорівнюватиме

$$\|v_k(x)\|^2 = \frac{x_0^2}{2} \left(1 + \frac{h^2 x_0^2}{\mu_k^2}\right) (J_0(\mu_k))^2, \quad k = 1, 2, \dots$$

Зауважимо, що функції $1, J_p\left(\frac{\mu_k}{x_0}x\right)$, $k = 1, 2, \dots$ ортогональні між собою на $[0, x_0]$ з вагою x .

Результати. Розглянемо бесселівський процес, який описується

$$\frac{\partial v(t, x)}{\partial t} = \frac{\partial^2 v(t, x)}{\partial x^2} + x^{-1} \frac{\partial v(t, x)}{\partial x} - p^2 x^{-2} v(t, x), \quad 0 < x < x_0, \quad (10)$$

і крайовою умовою

$$v(0, x) = K(e^x - 1)^+, |v(t, 0)| < +\infty, v'_x(t, x_0) + hv(t, x_0) = 0, \quad h > 0; \quad (11)$$

де K – страйк. Процес є однорідним тому $v(t, x) = \varphi(t)v(x)$.

Із теорії Штурма-Ліувілля, маємо

$$v(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} c_{np} e^{-\frac{\mu_n^2}{x_0^2} t} J_p\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right), \quad p \geq 0,$$

де μ_n $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_n < \dots$, додатні корені рівняння

$$J'_p(\mu_k)\mu_k + h J_p(\mu_k) = 0,$$

$$c_{np} = \frac{K \int_0^{x_0} x(e^x - 1) J_p\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) dx}{\int_0^{x_0} x J_p^2\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) dx},$$

Для обчислення $\int_0^{x_0} x(e^x - 1) J_p\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) dx$ використаємо зображення

$J_p\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right)$ та e^x через степеневі ряди

$$x(e^x - 1) = x \left(x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{n+1}}{n!},$$

$$\forall x \in (-\infty, +\infty)$$

$$J_p\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) = \sum_{l=0}^{\infty} \frac{(-1)^l}{\Gamma(l+p+1)\Gamma(l+1)} \left(\frac{\mu_n}{2x_0} x\right)^{2l+p}.$$

Оскільки ці ряди збігаються абсолютно $\forall x \in R^1$ то добуток цих рядів абсолютно збіжний $\forall x \in R^1$ і його можна визначати за будь-яким із правил або за Коші, або за Діріхле

$$\begin{aligned} \sum_{l=0}^{\infty} a_n \sum_{l=0}^{\infty} b_n &= \sum_{l=0}^{\infty} b_n \sum_{l=0}^{\infty} a_n = \sum_{l=0}^{\infty} (a_0 b_n + a_1 b_{n-1} + a_2 b_{n-2} + \dots + a_n b_0) = \\ &= \sum_{l=0}^{\infty} (a_0 b_n + a_1 b_n + \dots + a_n b_n + a_n b_{n-1} \\ &\quad + a_n b_{n-2} + \dots + a_n b_0), \end{aligned}$$

тому c_n обчислюються за формулою з відповідним μ_n .

$$\begin{aligned} c_n &= \frac{K_1 \int_0^{x_0} x(e^x - 1) J_p\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) dx}{\int_0^{x_0} x J_p^2\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) dx} \\ &= K_1 \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{x_0^{n+3}}{(n+1)! \Gamma(p+1) \Gamma(1)(p+1)} \left(\frac{\mu_n}{2}\right)^p \right. \\ &\quad - \frac{x_0^{n+2}}{n! \Gamma(p+2) \Gamma(2)(p+3)} \left(\frac{\mu_n}{2}\right)^{p+2} \\ &\quad + \frac{x_0^{n+1}}{(n-1)! \Gamma(p+3) \Gamma(3)(p+5)} \left(\frac{\mu_n}{2}\right)^{p+4} + \dots \\ &\quad + \frac{(-1)^k x_0^{n-k+1}}{(n-k-1)! \Gamma(k+p+1) \Gamma(p+1)(2k+p+1)} \left(\frac{\mu_n}{2}\right)^{2k+p} \\ &\quad \left. + \frac{(-1)^n x_0^3}{\Gamma(2n+p+1) \Gamma(p+1)(2n+p+1)} \left(\frac{\mu_n}{2}\right)^{2n+p} \right] \Bigg/ \int_0^{x_0} x J_p^2\left(\frac{\mu_n}{x_0} x\right) dx. \end{aligned}$$

Фінансові потоки мають вигляд

$$u(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} K c_n p e^{-\left(\frac{\mu_n}{\ln K}\right)^2 (T-t)} J_p\left(\mu_n \ln \frac{x}{K}\right),$$

у випадку, якщо процес закінчується в момент часу T , коли $X_T = K$

$$u(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} K c_n e^{-\left(\frac{\mu_n}{\ln \frac{R}{L}}\right)^2 (T-t)} J_p\left(\frac{\mu_n (\ln \frac{x}{L})}{\ln \frac{R}{L}}\right),$$

де $L < x < R$, L, R – бар'єри, K – страйк, а c_{np} обчислюються наступним чином

$$c_{np} = 2K \frac{\int_0^1 t(e^{Kt} - 1) J_p(\mu_n t) dt}{\frac{x_0^2}{2} \left(1 + \frac{hx_0^4 - v^2}{\mu_n^2 x_0^2}\right) (J_p(\mu_n))^2},$$

Ми обчислили розклад фінансового потоку по системі функцій Бесселя J_p першого роду, але розподіл потоків задається функцією Гріна відповідної задачі. Тому для обчислень зручно розкласти функцію Гріна по системі Бесселя. Процесу який ми розглядаємо відповідає неоднорідна крайова задача

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + x^{-1} \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{p^2 u(t, x)}{x^2} + f(t, x), \quad x > 0, \quad (12)$$

де $f(t, x)$ двічі неперервно диференційовна по x та неперервно диференційовна по t , абсолютно інтегровна разом із похідними, $(t, x) \in [0, +\infty)$ і має представлення

$$f(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n(t) J_p\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right), \quad 0 < x < x_0 < +\infty, \quad 0 < t < T,$$

μ_n – корені рівняння $J_p(\mu_n) = 0$.

Розв'язок цієї задачі будемо шукати у вигляді

$$u(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} T_n(t) J_p\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right),$$

тому

$$\sum_{n=0}^{\infty} [T'_n(t) + \lambda_n^2 T_n(t) - f_n(t)] J_p\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right) \equiv 0,$$

звідки $T'_n(t) + \lambda_n^2 T_n(t) - f_n(t) = 0$, $\lambda_n = \frac{\mu_n}{x_0}$, $n \in N$ з початковою умовою $T_n(0) = 0$.

Неоднорідне диференціальне рівняння першого порядку розв'яжемо методом варіації сталої. Оскільки $T'_n(t) + \lambda_n^2 T_n(t) = 0$ має перший інтеграл $T_n(t) = C e^{-\lambda_n^2 t}$ (розв'язок однорідного рівняння) то $T_n(t) = C(t) e^{-\lambda_n^2 t}$ тому $C'(t) = f_n(t) e^{\lambda_n^2 t}$, $C(t) = \int_0^t e^{\lambda_n^2 \beta} f_n(\beta) d\beta + C_1$.

$$T_n(t) = \int_0^t e^{\lambda_n^2 \beta} f_n(\beta) d\beta e^{-\lambda_n^2 t} + C_1 e^{-\lambda_n^2 t} \text{ при } t = 0, \quad C_1 = 0$$

$$T_n(t) = \int_0^t e^{-\lambda_n^2(t-\beta)} f_n(\beta) d\beta \text{ тому}$$

$$u(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} \int_0^t e^{-\lambda_n^2(t-\beta)} f_n(\beta) d\beta J_p\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right).$$

Враховуючи, що

$$f_n(t) = \int_0^{x_0} \xi f_n(\xi, t) J_p\left(\frac{\mu_n \xi}{x_0}\right) d\xi \left(\int_0^{x_0} x J_p^2\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right) dx \right)^{-1}$$

маємо

$$u(t, x) = \int_0^{x_0} \int_0^t \sum_{n=0}^{\infty} \left(y J_p^2\left(\frac{\mu_n y}{x_0}\right) dy \right)^{-2} e^{-\lambda_n^2(t-\beta)} \xi J_p\left(\frac{\mu_n \xi}{x_0}\right) J_p\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right) f(\xi, t) d\xi d\beta,$$

тобто

$$G(t - \beta, x, \xi) = \sum_{n=0}^{\infty} \xi J_p\left(\frac{\mu_n \xi}{x_0}\right) J_p\left(\frac{\mu_n x}{x_0}\right) e^{-\frac{\mu_n^2}{x_0}(t-\beta)} \left(\frac{x_0^2}{2} \left(1 + \frac{hx_0^4 - v^2}{\mu_k^2 x_0^2} \right) \left(J_p(\mu_k) \right)^2 \right)^{-1},$$

$$u(t, x) = \int_0^t G(t - \tau, x, \xi) f(\tau, \xi) d\xi.$$

Оскільки проблема оцінювання і дослідження двовимірних бар'єрних опціонів зводиться до дослідження і розв'язання крайової задачі [10-11]

$$\frac{\partial u(t, x)}{\partial t} = \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} + x^{-1} \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} - \frac{p^2 u(t, x)}{x^2}, \quad x \in [L, H],$$

$$t \in [0, T],$$

$$u'_x(t, L) + hu(t, L) = 0, \quad u'_x(t, H) + hu(t, H) = 0, \quad h > 0,$$

$$u(T, x) = \max(\pm(x(T) - K), 0) \mathbb{I}_{(L < x(t) < H; t \in [0, T])}.$$

Ця задача зводиться до розв'язання такої крайової задачі для сингулярного параболічного рівняння

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + y^{-1} \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{p^2 u(t, x)}{y^2},$$

$$y = \ln x, \quad y \in [A, B], \quad t \in [0, T], \quad A = \ln L, \quad B = \ln H,$$

$$u'_x(t, A) + hu(t, A) = 0, \quad u'_x(t, B) + hu(t, B) = 0, \quad h > 0,$$

$$u(0, y) = \psi(e^{y(T)}) = \max(\pm(x(T) - K), 0) \mathbb{I}_{(L < x(t) < H; t \in [0, T])}.$$

Враховуючи всі міркування щодо встановлення розв'язку класичних крайових задач для сингулярного параболічного оператора L , маємо що

$$\begin{aligned} u(T, x) &= \int_0^{\ln \frac{H}{L}} (e^\xi L - K) \mathbb{I}_{(L < x(t) < H; t \in [0, T])} G(x, \xi) d\xi \\ &= \int_0^{\ln \frac{H}{L}} (e^\xi L - K) \mathbb{I}_{(L < x(t) < H; t \in [0, T])} \\ &2 \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\left(\frac{\mu_n}{\ln \frac{H}{L}}\right)^2 t} J_p\left(\frac{\mu_n \xi}{\ln \frac{H}{L}}\right) J_p\left(\frac{\mu_n \ln \frac{x}{L}}{\ln \frac{H}{L}}\right) \left(\ln \frac{H}{L}\right)^{-2} \left(1 + \right. \\ &\quad \left. \frac{h \left(\ln \frac{H}{L}\right)^4 - v^2}{\mu_k^2 \left(\ln \frac{H}{L}\right)^2} \right) \left(J_p(\mu_k)\right)^2 \Big)^{-1}, \end{aligned}$$

де $\mathbb{I}_{(L < x(t) < H; t \in [0, T])}$ ступінчаста функція Хевісайда.

Зауваження. Оскільки корені Бесселевої функції першого роду і її похідної прості та є зв'язок між похідною та Бесселевими функціями сусідніх порядків, звідси можна довести, що рівняння $J'_p(x) + h J_p(x) = 0$ має злічену множину додатних коренів, тому при великих n , квадрати цих коренів ведуть себе як n^2 . Тому для функції Гріна та її першої та другої похідної правильна оцінка

$$C \sum_{n=1}^{\infty} c_0 \ln^2 t < +\infty, \quad \forall x \in [L, H], \quad 0 < t < T, \quad C > 0, c_0 > 0.$$

при наближених обчисленнях через швидку збіжність не потрібно великої кількості коефіцієнтів ряду.

Висновки. Удосконалено методику знаходження вартості подвійного бар'єрного опціону, який відповідає дифузійному процесу. Знайдено ціни двобар'єрних опціонів методами спектрального аналізу та розкладу функції Гріна в ряди Фур'є Бесселя для крайових задач сингулярних параболічних рівнянь. Ця методика, дозволяє з великою

точністю обчислювати значення цін деривативів та проводити моніторинг зміни швидкості фінансових потоків.

Встановлено, що поведінка похідних фінансових інструментів, зокрема опціонів, яка описується стохастичними процесами допускає явне представлення їх функцій щільності розподілів, це значно полегшує статистичну оцінку їхніх параметрів в процесі моніторингу ціноутворення деривативів та дослідження поведінки волатильності для аналізу дохідності та прийняття стратегічних управлінських рішень щодо здійснення операцій на фондовому ринку.

Література

1. Yor, M. (1984). On square-root boundaries for Bessel processes, and pole-seeking Brownian motion. *Stochastic Analysis and Applications (Lecture Notes Math. 1095)*, eds A. Truman and D. Williams, Springer, Berlin, pp. 100–107.
2. Dufresne, D., “Laguerre Series for Asian and Other Options”, *Mathematical Finance* 10,407-428, 2000.
3. Going-Jaesche, A. and Yor, M. (2003). A survey and some generalizations of Bessel processes. *Bernoulli* 9, 313–349.
4. Linetsky, V., “The Spectral Representation of Bessel Processes with Drift: Applications in Queueing and Finance”, *Journal of Applied Probability* 41, 327–344, 2004.
5. Davydov, D. and Linetsky, V. (2003). Pricing options on scalar diffusions: an eigenfunction expansion approach. *Operat. Res.* 51, 185–209.
6. Coffman, E. G., Puhalskii, A. A. and Reiman, M. I. (1998). Polling systems in heavy traffic: a Bessel process limit. *Math. Operat. Res.* 23, 257–304.
7. Lebedev, N.N. (1972) *Special Functions and Their Applications*. New York: Dover.
8. Burtnyak, I.V. Malytska A. Construction of the fundamental solution of a class of degenerate parabolic equations of high order. // *Carpathian Math. Publ.* 2020, 12 (1), 79-87. doi:10.15330/cmp.12.1.79-87.
9. Mendoza-Arriaga, R., P. Carr, and V. Linetsky (2010). Time-changed markov processes in unified credit-equity modeling. *Mathematical Finance* 20, 527–569.
10. Burtnyak I. V., Malytska H. P. Degenerate parabolic systems of the diffusion type with inertia // *Journal of Mathematical Sciences*, Vol. 249, No. 3, 2020. DOI:10.1007/s10958-020-04947-2

Оптимізація тривалості тендеру за випадкової кількості учасників

к.е.н., доц. Мельников Олег Станіславович
НТУ "Харківський політехнічний інститут"

Вступ

Проблема ефективного використання державних коштів і активів завжди привертала значну увагу економістів, політиків, журналістів, громадськості. Одним із шляхів підвищення ефективності державного сектора є використання конкурентних механізмів господарської діяльності. Прикладами таких механізмів є аукціони та тендери, спільно відомі як конкурсні торги.

Аукціони загальноновизнані як один із найефективніших способів продажу продукції в умовах недосконалої конкуренції. Під час аукціону покупці змагаються за отримання товарів або послуг, пропонуючи все більш високі ціни. Популярність аукціонів значно зросла після появи електронних торгових майданчиків, які значно скоротили організаційні витрати. У державному секторі аукціони широко використовуються для приватизації, оренди державного майна, продажу арештованого майна, розподілу частот мовлення тощо.

Ще більш поширеним є використання реверсивних аукціонів, або тендерів, для закупівлі товарів і послуг. На відміну від аукціонів, поставальники конкурують між собою за отримання контракту, і ціни зазвичай знижуються, оскільки, як правило, переможець обирається за найнижчою ціною. У більшості країн тендери є основним інструментом для надання товарів, послуг і громадських робіт у державних контрактах.

Два формати конкурентних торгів, які найчастіше використовуються в державних закупівлях – це аукціони першої ціни із запечатаними пропозиціями (ПЦЗП) та англійські аукціони. На аукціонах ПЦЗП учасники подають свої заявки організатору торгів в закритому вигляді (класично в запечатаних конвертах, що пояснює назву процедури). У заздалегідь обумовлений час конверти відкриваються та вибирається переможець за найкращою ціною, яка стає ціною контракту. Ця процедура все ще широко використовується в державних закупівлях у всьому світі.

На англійських аукціонах аукціоніст встановлює початкову ціну. Учасники торгів можуть запропонувати кращу ціну (зазвичай на певну маржу). Торги припиняються, коли залишається лише один учасник або коли спливає термін аукціону. Перемагає учасник, який в кінці аукціону запропонував найкращу ціну, яка і стає ціною контракту.

В Україні з 2016 року всі державні закупівлі, очікувана вартість яких перевищує встановлений рівень (зараз 50 тис. грн.), здійснюються в електронному вигляді за допомогою електронної системи Prozorro [1]. Ця платформа отримала широке визнання критиків і була обрана Європейським банком реконструкції та розвитку як рекомендована модель для реформування електронних закупівель у Європейському Союзі [2]. Процедури закупівель регулюються Законом «Про публічні закупівлі» [3]. Згідно з цим законодавством процес закупівель поділяється на дві частини:

- етап подання тендерних пропозицій, під час якого приймаються заявки на участь у тендері разом з початковими цінами;
- етап аукціону, який проводиться в електронному вигляді серед зареєстрованих учасників торгів як англійський аукціон.

Найчастіше переможець конкурсних торгів обирається за критерієм ціни, хоча можлива оцінка заявок як середньозважене значення різних характеристик товару (в тому числі і ціни).

Найголовнішою відмінністю формату Prozorro від аукціонів ПЦЗП є те, що точна кількість учасників стає загальновідомою до початку другого етапу, що зменшує невизначеність для учасників. Українське законодавство передбачає лише мінімальну тривалість етапу подання пропозицій (15 днів), тоді як фактична тривалість цього етапу залишається на розсуд організатора торгів [3]. Збільшення тривалості етапу

подання пропозицій має подвійний вплив на результати тендеру. З одного боку, це може залучити більшу кількість учасників, а конкуренція між ними призведе до кращої ціни закупівлі. З іншого боку, таке подовження затримує доставку необхідних товарів і послуг і може призвести витрат, залежних від часу. Ці два суперечливі фактори наводять на думку про те, що має існувати оптимальна тривалість фази збору пропозицій. Метою даної роботи є розробка моделі, яка б формалізувала ці міркування.

Решта роботи організована у такий спосіб. У розділі 1 розглядається релевантна література. У розділі 2 представлено процедуру оцінки очікуваних результатів торгів залежно від кількості учасників на основі загальної теорії аукціонів. У розділі 3 формалізується математична модель для визначення оптимальної тривалості фази збору пропозицій за наявності пропорційних часу витрат. У останньому розділі підбиваються підсумки та обговорюються можливі напрямки подальших досліджень.

1. Огляд літератури

Поведінка учасників торгів під час аукціону була предметом інтенсивних досліджень економічної теорії, дослідження операцій і теорії ігор протягом останніх 60 років. Наведемо стислий огляд отриманих результатів, важливих для подальшого викладу матеріалу.

Почнемо з огляду поширених форм проведення торгів. Окрім згаданих вище аукціонів ПЦЗП та англійських аукціонів, існує велика різноманітність інших процедур: японська, голландська, з платою за участь тощо [4]. Вибір конкретної процедури торгів та певних організаційних параметрів (наприклад, початкової ціни) опосередковано впливає на стратегічну поведінку учасників торгів, що, у свою чергу, змінює очікувані результати аукціону. У контексті державного сектору завдання регуляторних органів полягає у виборі таких процедур і параметрів, які б сприяли отриманню суспільно бажаного результату.

Важелями впливу на поведінку учасників торгів можуть бути:

- 1) встановлення стартової ціни аукціону;
- 2) схема винагороди (наприклад, на більшості аукціонів ціна контракту дорівнює ставці переможця, але на аукціоні Вікрі вона встановлюється на рівні другої найкращої пропозиції);

3) плата за участь у торгах (сюди слід віднести також витрати на підготовку тендерної документації, технічне забезпечення тощо);

4) величина кроків зміни ціни;

5) терміни проведення торгів тощо.

Деяким із цих інструментів у літературі приділено значно більше уваги, ніж іншим.

Вплив процедурної форми аукціону на результати аукціоніста був предметом інтенсивних досліджень економічної теорії, починаючи з основоположної статті Вікрі [5]. Найважливішим результатом теорії аукціону є теорема еквівалентності доходу [6, 7], яка встановлює, що (за певних технічних припущень) очікуваний результат усіх «розумних» схем аукціону буде однаковим. Крім того, аукціоніст не може розраховувати на отримання кращих результатів, використовуючи будь-яку іншу можливу процедуру аукціону. Ретельне представлення цих результатів можна знайти в [8].

Оптимальні стартові ціни з точки зору аукціоніста були незалежно та майже одночасно отримані Майерсоном [6], Райлі та Самуельсоном [7]. Булоу та Робертс надали просту економічну інтерпретацію цих результатів, зробив паралелі між аукціонами та використанням цінової дискримінації для монополії [9]. Левін і Сміт [10], Лі і Чжен [11] розглянули, як витрати на участь в аукціоні вплинуть на його очікуваний результат і стратегії учасників торгів. Мельников [12] отримав умови, за яких проведення аукціонів економічно вигідніше купівлі товару у випадкового постачальника на ринку при наявності витрат на участь в торгах. McAfee і McMillan [13] досліджували аукціони, де кількість учасників невідома заздалегідь. Девід та ін. [14] розглянули оптимальний дизайн англійського аукціону з дискретними кроками ціни.

Залежність результатів аукціону від тривалості процедур торгів в літературі всебічно не досліджено. Олівейра та ін. [15] надають емпіричні докази того, що подовження тривалості торгів призводить до зниження цін закупівель на електронних аукціонах, які проводяться Федеральним урядом Бразилії. Чжан [16] розглянув питання, як крайній термін продажу продукту може вплинути на вибір монополіста між продажем товару за фіксованою ціною та проведенням порівняно дорогого аукціону. Jusselin та ін. [17] розглядали проблему оптимальної тривалості аукціону в інституційному контексті фондових ринків.

Хафалір та ін. [18] дослідили специфіку аукціонів швидкокопсувної продукції на прикладі рибних аукціонів в форматі «Сідней-Гонолулу».

Представлена нижче модель розглядає питання оптимальної тривалості торгів в інституційному контексті аукціонів державних закупівель Prozoggo в Україні, хоча її можна легко поширити й на інші формати аукціонів.

2. Модель прогнозування результатів торгів

Подовження тривалості періоду збору пропозицій має подвійний вплив на результати торгів з точки зору організатора.

Вигода від використання конкурентних процедур торгів створюється за рахунок залучення ширшого кола покупців і продавців. Конкуренція між ними дає організатору можливість отримати кращу ціну. З цієї точки зору подовження тривалості аукціону має призвести до збільшення кількості учасників, що має покращити очікуваний результат.

З іншого боку, затягування торгів затримує надходження грошей (для аукціонів) або необхідної продукції (для тендерів), а час має власну вартість. Це також збільшує ризики, пов'язані зі швидкими змінами ринкових умов, і ускладнює планування.

Компроміс між цими суперечливими стимулами можна формалізувати за допомогою моделі, описаної нижче. У решті статті ми будемо мати на увазі тендери державних закупівель, хоча модель може бути застосована і до аукціонів з незначними змінами.

2.1. Базова структура

Припустимо, що замовник проводить тендер на закупівлю певного товару за найнижчою ціною. Заявки від потенційних постачальників, індексованих через i , приймаються протягом періоду часу $[0, t]$. При цьому замовник несе витрати, пропорційні тривалості цього періоду: $C(t) = ct$.

Кожен учасник торгів має певну резервовану вартість V_i , тобто мінімальну ціну, за якою він готовий поставити товар. Вона невідома ані покупцеві, ані іншим учасникам торгів. Вважатимемо, що ці резервовані значення є незалежними випадковими змінними, взятими із загального розподілу з областю визначення на $[\underline{V}, \bar{V}]$. Цей розподіл

визначається його кумулятивною функцією розподілу $F(x) = P\{v_i \leq x\}$, яка є загальновідомою всім учасникам торгів. Будемо вважати також, що товар завжди доступний за максимальною ціною $p_{\max} = \bar{V}$.

Учасник з номером i подає одну пропозицію, позначену через b_i . Припущення єдиної ставки є процедурною особливістю аукціонів ПЦЗП, але його можна застосувати без втрати загальності до інших форматів аукціону з причин, які обговорюватимуться в наступному розділі. З умови раціональної поведінки учасників торгів випливає, що $b_i \geq v_i$.

Нарешті, припустимо, що надходження пропозицій до замовника підпорядковується процесу Пуассона з інтенсивністю λ . Тоді ймовірність отримати рівно n заявок протягом часу t дорівнюватиме:

$$\pi(n, t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!}. \quad (1)$$

Контракт на постачання товару буде укладено з учасником, який запропонував найнижчу ціну, за цією ж самою ціною. Будемо називати її ціною контракту. Виграш замовника – це різниця між максимальною ціною та ціною контракту за вирахуванням витрат, пов'язаних з часом проведення торгів.

2.2. Схема проведення торгів і поведінка учасників

Зв'язок між резервованими цінами продавців і їх пропозиціями є досить складним і залежить від схеми проведення торгів. Ключовим результатом, який спрощує розгляд аукціонів, є теорема про еквівалентність доходу [6, 7, 8]. Її логіка коротко описана нижче.

Розглянемо спочатку тендери в форматі англійського аукціону. За цією схемою торги припиняються, коли залишається лише один учасник. Для цього переможець повинен подати пропозицію, нижчу за ціну передостаннього учасника. Учаснику має сенс продовжувати участь в торгах, доки поточна ціна перевищує його резервовану вартість. Таким чином, якщо знехтувати дискретністю кроків зміни ціни, виграшна ставка повинна дорівнювати другій знизу резервованій ціні учасників торгів.

В основоположній статті [5] Вікрі зазначив, що той самий результат можна отримати значно простіше на аукціоні другої ціни із запечатаними пропозиціями (ДЦЗП), де переможець отримує контракт за ціною, що дорівнює другій найкращій серед поданих заявок. Він також довів, що за такої схеми найкращою стратегією для всіх учасників буде «відверта» стратегія, тобто подання пропозиції на рівні своєї резервованої ціни. Це також звільняє учасників аукціону від необхідності фізично бути присутнім на заході.

На аукціонах ПЦЗП «відверта» стратегія не може бути оптимальною, оскільки вона призводить до нульового виграшу для всіх учасників торгів. Таким чином, ставки учасників будуть вищими за їхні резервні значення. Однак можна показати, що в рівновазі Байєса–Неша виграшна ставка знов таки відповідатиме другому найкращому резервованому значенню¹. Той самий результат справедливий для інших форматів аукціону, які задовольняють припущенням, викладеним в [19].

Теорема про еквівалентність доходу дозволяє абстрагуватися від специфіки процедур торгів, які фактично використовуються в конкретній ситуації. Без втрати загальності можна припустити, що аукціон проводиться за схемою ДЦЗП, де учасникам торгів оптимально застосовувати «відверту» стратегію. Тоді ціна контракту дорівнюватиме другій найнижчій резервованій вартості серед учасників торгів.

¹ Цей результат ґрунтується на припущенні, що кількість учасників торгів відома заздалегідь, що може бути проблематичним для аукціонів ПЦЗП. Мак-Аффі і Мак-Міллан [13] показали, що «другий найкращий» результат справедливий для аукціонів ПЦЗП із випадковою кількістю учасників, але усереднення потрібне не лише за розподілом резервованих цін, але й за їхніми апріорними оцінками можливої кількості учасників. Це потенційно важливе питання практично не має значення для закупівель в системі Prozorro, оскільки на них торги починаються, коли вже відома кількість учасників.

2.3. Оцінка ціни контракту

В теорії ймовірностей, k -те найменше значення $x_{(k)}$ випадкового вектора $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ називається k -ю порядковою статистикою. Якщо компоненти цього вектора є неперервними, незалежними, однаково розподіленими випадковими величинами, то щільність розподілу k -ї порядкової статистики задається рівнянням

$$f_{(k)}(x) = \frac{n!}{(k-1)!(n-k)!} f(x) \times [F(x)]^{k-1} [1-F(x)]^{n-k}, \quad (2)$$

де $F(x)$ і $f(x)$ – відповідно, кумулятивна функція розподілу та густина ймовірності компонент вектора $\mathbf{x}$ [20].

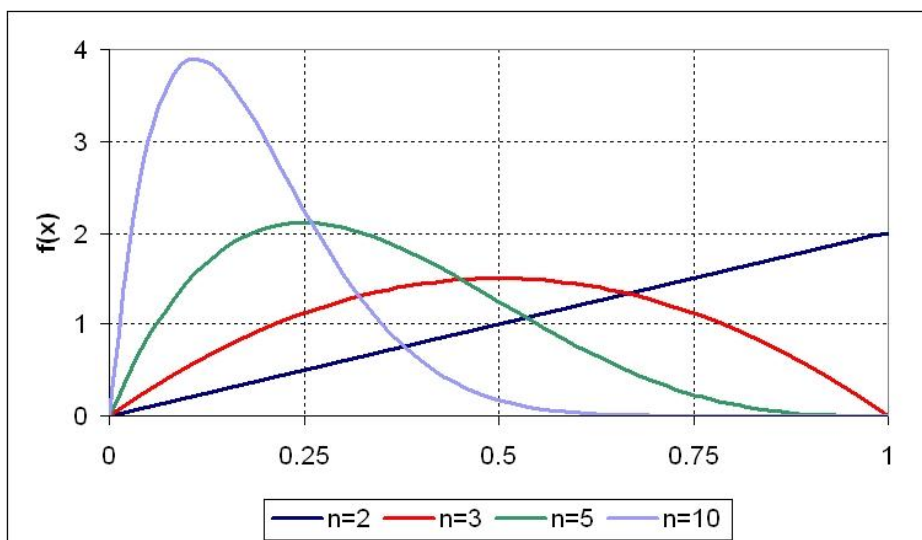
Міркування, розглянуті в попередньому розділі, означають, що ціна контракту p є другою порядковою статистикою $v_{(2)}$ вектора резервованих цін учасників $(v_1, v_2, \dots, v_n)$. З рівняння (2) випливає, що її щільність розподілу задається виразом

$$f_p(x, n) = n(n-1)[F(x)][1-F(x)]^{n-2} f(x), \quad (3)$$

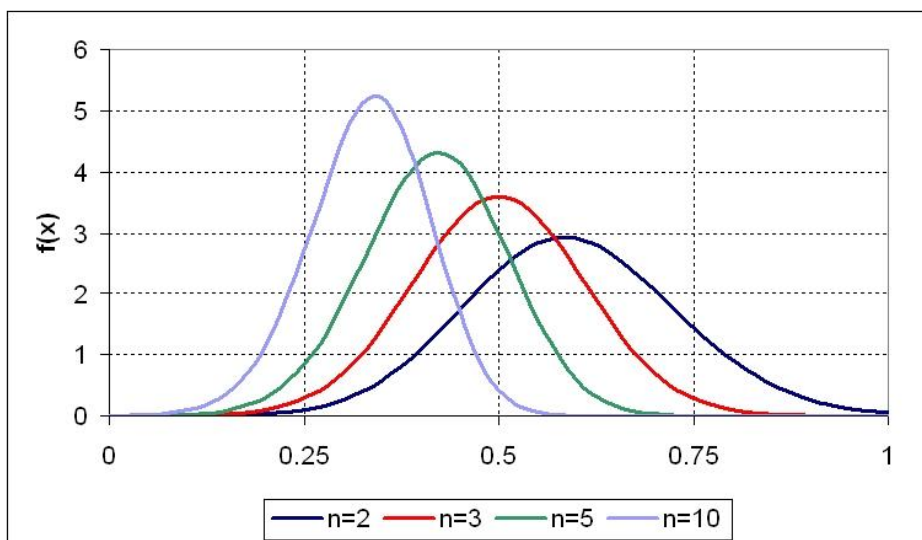
якщо $n \geq 2$ (інакше $v_{(n-1)}$ не визначено).

Якщо $n = 0$, то немає жодного учасника торгів, а якщо $n = 1$, то відсутня конкуренція. У контексті державного сектору українське законодавство передбачає, що в обох цих випадках тендери мають бути скасовані та перенесені. Припустимо, що в цих випадках товар буде закуплено за максимальною ціною.

На Рис. 1 показано щільність розподілу ціни контракту залежно від кількості учасників торгів для стандартного рівномірного $U[0,1]$ (а) і нормального $N(1/2, 1/6)$ (б) розподілів резервованих цін постачальників.



a



б

Рис. 1. Щільність розподілу ціни контракту залежно від кількості учасників торгів для різних розподілів їх резервованих цін:
a – рівномірний розподіл $U[0,1]$; *б* – нормальний розподіл $N(1/2, 1/6)$

Параметри нормального розподілу на Рис. 1б обрані так, щоби за правилом трьох сигм основна маса розподілу була сконцентрована на одиничному інтервалі. Це забезпечує порівнянність результатів з рівномірним розподілом.

Для стандартного рівномірного розподілу $F(x) = x$, $f(x) = 1$, і пряма підстановка цих функцій у формулу (3) показує, що ціна контракту матиме бета-розподіл з параметрами $\alpha = 2$, $\beta = n - 1$. Для нормального розподілу густина ймовірності контрактної ціни не може бути виражена в елементарних функціях і була розрахована чисельно. Як видно з графіків, збільшення кількості учасників зсуває щільність ціни контракту вліво, тобто в область нижчих цін.

Формула (3) дозволяє обчислити умовне математичне сподівання ціни закупівлі як функцію від кількості учасників у такий спосіб:

$$\bar{p}_n = \begin{cases} E[p | n] = \int_{\underline{V}}^{\bar{V}} x f_p(x, n) dx, & n \geq 2 \\ \bar{V}, & n \in \{0, 1\} \end{cases} \quad (4)$$

Наприклад, для випадку стандартного рівномірного розподілу

$$\bar{p}_n = \min \left\{ \frac{2}{n+1}, 1 \right\} \quad (5)$$

за властивостями бета-розподілу. На Рис. 2 показано очікувану ціну контракту як функцію від кількості учасників торгів для двох розподілів їхніх резервованих цін.

Однак кількість учасників торгів теж є випадковою величиною з розподілом, який визначається формулою (1) і залежить від тривалості тендеру. Поєднуючи формули (1) і (4), за законом повної ймовірності отримуємо такий вираз для очікуваної ціни контракту як функції тривалості тендеру:

$$\bar{p}(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \pi(n, t) \bar{p}_n = \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} \int_{\underline{V}}^{\bar{V}} x f_p(x, n) dx. \quad (6)$$

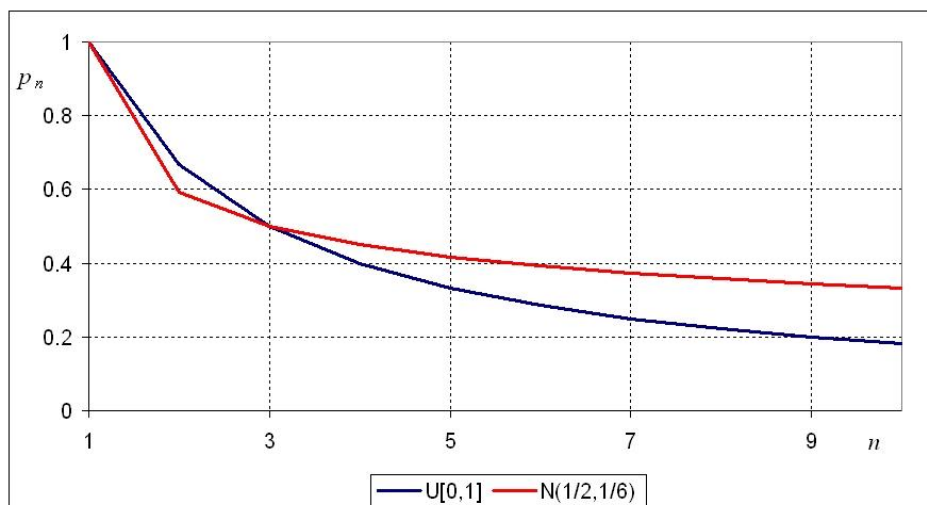


Рис. 2. Очікувана ціна контракту залежно від кількості учасників торгів

3. Оптимізація тривалості тендеру

Із використанням визначених вище змінних, можна поставити задачу оптимізації тривалості тендеру як наступну проблему мінімізації витрат:

$$V(t) = \bar{p}(t) + ct \rightarrow \min_t. \quad (7)$$

Перший доданок у наведеному вище виразі є спадною функцією часу, обмеженою знизу значенням $\underline{V}$. Другий доданок є лінійною функцією від часу. Таким чином, існує єдине рішення вищевказаної задачі оптимізації. На Рис. 3 зображено цільову функцію для стандартного рівномірного розподілу резервованих цін учасників торгів.

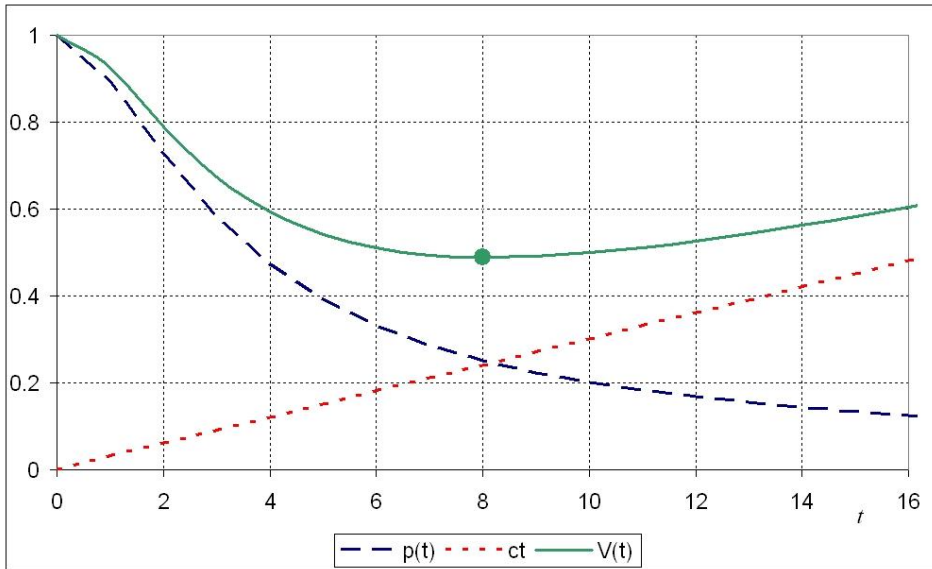


Рис. 3. Визначення оптимальної тривалості аукціону ($\lambda = 1$)

Умови першого порядку для задачі оптимізації (7) такі:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\partial \pi(n, t)}{\partial t} p_n + c = 0. \quad (8)$$

Наведена вище формула має досить стандартну економічну інтерпретацію: очікувана гранична вигода від продовження аукціону на одиницю часу повинна дорівнювати граничній вартості цього часу.

Формулу (8) можна перетворити так. З формули (1) випливає, що:

$$\frac{\partial \pi(n, t)}{\partial t} = \lambda \frac{n(\lambda t)^{n-1} e^{-\lambda t}}{n!} - \lambda \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} = \lambda (\pi(n-1, t) - \pi(n, t)). \quad (9)$$

Підставивши наведене співвідношення у формулу (8), отримуємо:

$$\sum_{n=1}^{\infty} (\pi(n, t) - \pi(n-1, t)) \bar{p}_n = \frac{c}{\lambda}$$

або

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} (p_n - p_{n+1}) = \frac{c}{\lambda}. \quad (10)$$

Це дозволяє отримати більш змістовне тлумачення. Вираз у лівій частині формули (10) – очікуване зниження ціни контракту від наявності додаткового учасника тендеру. Для розподілу Пуассона величина, обернена інтенсивності λ , є середнім інтервалом між подіями. Отже, вираз у правій частині формули (10) є очікуваною вартістю очікування додаткового учасника торгів. Таким чином, оптимальна тривалість тендеру така, що очікуваний виграш замовника від наявності додаткового учасника торгів дорівнює математичному сподіванню вартості очікування цього учасника.

Обчислення цільової функції в (7) вимагає знання розподілу значень резервованих цін постачальників, отримати який може бути проблематично. Якщо доступна інформація про реальні продажні ціни, як-от списки в каталогах, оголошення в Інтернеті тощо, для оцінки p_n ефективнішим може бути застосування методів Монте-Карло. Маючи список цін, можна згенерувати з нього випадкову вибірку з n елементів і взяти другу найвищу ціну як оцінку результату змодельованого аукціону. Повторення цієї процедури та усереднення результатів дадуть бажані оцінки.

Висновки

У дослідженні запропоновано просту модель, яка дозволяє оцінити вплив тривалості конкурентних торгів на їх очікувані результати для замовника. На цій основі розроблено методіку визначення оптимальної тривалості торгів, застосовну до широкого спектру організаційних механізмів проведення торгів. Отримані формули мають змістовне та прозоре економічне тлумачення. В умовах недосконалої інформації про ринкове середовище прогнозування результатів торгів та оцінку їх оптимальної тривалості можна здійснювати методами Монте-Карло.

Практична реалізація розробленого механізму дозволить спростити тендерні процедури та підвищити їх ефективність. У комерційному секторі модель може бути актуальною, зокрема, для інтернет-аукціонів з розміщення реклами, які відбуваються на постійній основі в

режимі реального часу [21]. Адаптація моделі до цього середовища є цікавою темою для подальших досліджень.

Література

1. Prozorro Market. URL: <https://prozorro.gov.ua> (дата звернення: 12.28.2023).
2. Are you ready for eProcurement? Guide to Electronic Procurement Reform. European Bank for Reconstruction and Development, 2015. URL: <https://www.ebrd.com/documents/legal-reform/guide-to-e-procurement-reform.pdf> (дата звернення: 25.03.2024).
3. Закон України «Про публічні закупівлі» №922-VIII (2015) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19> (дата звернення: 25.03.2024).
4. Мельников О. С. Порівняльний аналіз існуючих організаційних механізмів проведення торгів. Публічне управління: теорія та практика №1 (9), 2012, с. 130-134.
5. W. Vickrey. Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders. *Journal of Finance*, Vol. 16, 1961, pp. 8-37.
6. R. Myerson. Optimal auction design. *Mathematics of Operation Research*, Vol. 6, 1981, pp. 58-73.
7. J. Riley, W. Samuelson. Optimal Auctions. *The American Economic Review*, Vol. 71, 1981, pp. 381-392.
8. V. Krishna, *Auction Theory*, 2nd ed., Academic Press, 2009.
9. J. Bulow, J. Roberts, The simple economics of optimal auctions. *Journal of Political Economy*. 97, 1989, 1060-1090.
10. D. Levin, J. L. Smith. Equilibrium in auctions with entry. *The American Economic Review*, 1994, pp. 585-599.
11. T. Li, X. Zheng. X. Entry and competition effects in first-price auctions: Theory and evidence from procurement auctions. *The Review of Economic Studies*, Vol. 76, 2009, pp. 1397-1429.
12. О. С. Мельников. Економіко-математична модель оцінки доцільності проведення конкурсних торгів при здійсненні державних закупівель. *Економіка України*, №9, 2012, с. 47-56.
13. R. P. McAfee, J. McMillan. Auctions with a stochastic number of bidders. *Journal of economic theory*, Vol. 43, 1987, pp. 1-19.
14. E. David, A. Rogers, N. R. Jennings, J. Schiff, S. Kraus, S., M. H. Rothkopf. Optimal design of English auctions with discrete bid levels. *ACM Transactions on Internet Technology*, Vol. 7, 2007, Article 12.
15. A. Oliveira, A. Fabregas Masllovet, M. Fazekas. Auction Length and Prices: Evidence from Random Auction Closing in Brazil. *World Bank Policy Research Working Paper 8828*, 2019.
16. H. Zhang. The optimal sequence of prices and auctions. *European Economic Review*, Vol. 133, 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2021.103681>. (дата звернення: 25.03.2024).

17. P. Jusselin, T. Mastrolia, M. Rosenbaum. Optimal Auction Duration: A Price Formation Viewpoint. *Operations Research*, Vol. 69 (2021), pp. 1734–1745. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3399151> (дата звернення: 25.03.2024)..
18. I. Hafalir, O. Kesten, K. Sherstyuk, C. Tao. When Speed is of Essence: Perishable Goods Auctions. University of Hawai'i at Mānoa Department of Economics Working Paper Series No. 202310, 2023.
19. R. McAfee, R. Preston, J. McMillan. Auctions and Bidding. *Journal of Economic Literature*, Vol. 25, 1987, pp. 699–738.
20. H. A. David, H. N. Nagaraja. *Order Statistics*. 3rd ed., Wiley, 2003.
21. S. Tunuguntla, P. R. Hoban. A Near-Optimal Bidding Strategy for Real-Time Display Advertising Auctions. *Journal of Marketing Research*. Vol. 58, 2021, pp. 1–21. DOI: 10.1177/002224372096854.

Умови виникнення «дилеми в'язня» в моделі «Гонка поступок»

*к. е. н., с. н. с. Соколовський Д. Б.
Хмельницький національний університет*

Вступ

Від моменту першого формулювання проблеми Гонки поступок (яке приписується Луї Брандес (Louis Brandeis)), цьому питанню приділялося багато уваги.

Позаяк податки, як основне бюджетне джерело, впливають на багато сфер діяльності уряду, тема конкуренції за інвестиції шляхом зменшення податкового навантаження привертає увагу не тільки економістів і менеджерів, а й юристів, політологів і суспільствознавців тощо (Tiebout, 1956, Lindblom, 1977, Wallerstein, 1995, Cohen, 2005, Blinder, 2006). При цьому сферами (предметами) дослідження є глобальні ринки капіталу, зокрема офшорна діяльність, глобальна політика і регіональне урядування, екологічні й соціальні стандарти.

Головні питання цієї проблеми, що наразі обговорюються, це:

- чи справді у світовій економіці має місце тренд на зменшення корпоративного податкового навантаження?
- чи призводить таке зменшення до зниження соціальних (й екологічних) стандартів через брак бюджетних надходжень?
- чи застосовують уряди компенсаційні механізми шляхом підвищення інших податків?

1) Тенденція зменшення податкового навантаження на корпорації у світовій економіці, безумовно, наявна. Аналіз ставки CIT для 171 країни, статистика якої доступна з 2002 по 2018 р. (Corporate tax rates table,

2019) Показує, що за цей період часу середня ставка CIT знизилася на 5,63%: з 29,42% до 23, 79%.

2) Решта питань отримали активне обговорення та широкий спектр думок у науковому світі. Гіпотеза, що Гонка поступок майже неминуче призводить до погіршення соціальних, екологічних й ін. стандартів і норм, набула значної популярності (див. напр., Polanyi (1944), с. 57, 73, Schlesinger (1997), Greider (2001)).

У рамках ідентифікації концепції Гонки поступок багато дослідників робить загальні припущення щодо економічної поведінки уряду, які узагальнено, напр. у (Kahler, 1998), а саме, вони припускають, що: корпорації завжди надають перевагу нижчим нормативним стандартам, а державне регулювання впливає на вибір інвесторами місця виробництва;

Як висновок, така ситуація призводить до:

✓ від'ємної кореляції між припливом інвестицій і строгістю регуляторних стандартів країни, позаяк капітал шукає більш вигідні інвестиції, а більш жорсткі норми і стандарти збільшують витрати на виробництво, зменшуючи таким чином маржу прибутку;

✓ якщо один уряд знижує свої регуляторні стандарти, щоб залучити більше інвестицій, інші країни з відкритою економікою роблять те саме. До того ж, припускається, що державам нічого не залишається, як знизити свої стандарти, щоб не зіткнутися з ризиком втечі капіталу.

3) Проте численні статистичні вимірювання такої парадигми показують певною мірою суперечливі результати.

Кіфер і Рада (Kiefer and Rada, 2013) на основі статистичних даних за 40 років перевіряють, чи спричинений Гонка поступок тренд на зниження ставок податків для 1) 13 країн ЄС; 2) країни ОЕСР. Вони припускають, що тренд на зниження податкових ставок спричинений Гонкою поступок.

На підставі дослідження статистики 1980-х рр. для окремих країн ЄС Мендоса і Тесар кількісно визначають макроекономічні наслідки податкової конкуренції, заснованої на податку на прибуток від капіталу (Mendoza & Tesar, 2003a) й розраховують взаємний вплив зовнішніх чинників і кількісних результатів податкової конкуренції (Mendoza & Tesar, 2003b).

Трандафір, Брезяну і Станчу досліджують, як Гонка поступок впливає на стан соціальних послуг у Румунії (Trandafir, Brezeanu, Stanciu, 2011). Автори акцентують, що дуже мало вчених виявили, що Гонка поступок призводить до інакшої структури надання державних послуг.

Предметом дослідження Вілер (Wheeler, 2001) є перевірка твердження, що Гонка поступок призводить до зменшення соціальних й екологічних стандартів і норм, і нарешті, до екологічних умов і рівня життя. Статистичною основою цієї перевірки є статистика для 50 країн, що розвиваються, і 5 країн АСЕАН за 1997-2006 і 1996-2012 рр. Wheeler робить висновок про помилковість даної гіпотези.

Аббас і Клемм (Abbas & Klemm, 2013), а також Revilla (2016) аналізують вплив зміни корпоративної ставки оподаткування на внутрішні й іноземні інвестиції. І перші, й другий відзначають від'ємну кореляцію між податковим навантаженням й інвестиціями. При цьому Аббас і Клемм зазначають, що більш високі ставки збільшують доходи економіки в короткостроковій перспективі.

Як емпіричні докази на підтримку гіпотези Гонки поступок наводяться приклади того, що корпорації переміщують виробництво в країни через дешеву робочу силу і неявно низькі стандарти праці (див., напр., International Confederation of Free Trade Unions, 2000). Проте, ці спостереження відрізняються від інших випадків коли такі стандарти не впливають на вибір локальних інвестицій (Spar, 1998). Багатовимірні критерії не показують кореляції між ПІІ та стандартами праці (Jensen, 2006).

Тенденція щодо Гонки поступок підтверджується для нових членів ЄС, а для старих статистичного підтвердження немає (Dvořáková, 2013).

Емпіричний аналіз і засноване на цьому моделювання Рота-Граціозі (Rota-Graziosi, 2019) показують, що

якщо країни конкурують за допомоги податків на капітал, регулюючи податки на працю для підтримання фіскальної платоспроможності, Гонки поступок немає, а рівновага Неша близька до спостережуваних податків;

натомість, якщо податки на споживання коригуються для підтримки фіскальної платоспроможності, конкуренція за допомоги податків на капітал призводить до Гонки поступок.

У результаті, головні спостереження Гонки поступок є такими:
не для всіх країн Гонка поступок може бути статистично підтверджено;

класично прийняті впливи спостерігаються при Гонці поступок не дуже чітко і далеко не завжди;

зустрічають випадки балансування корпоративного податку на прибуток іншими податками.

Перші два пункти засновано на головній критиці концепції Гонки поступок, котра, переважно, стосується передбачуваних наслідків: погіршення умов, стандартів тощо.

Це спричинило низку, покликаних з'ясувати основні питання Гонки поступок, а саме,

чи взагалі наявна будь-яка Гонка поступок?

які чинники і дії послаблюють її вплив?

Постає ситуація, що виглядає парадоксально: наявний тренд на зниження ставок оподаткування, але водночас нема переконливих доказів погіршення соціальних стандартів.

Це спричиняє такі запитання:

чи можна таке зменшення ставок оподаткування вважати Гонкою поступок?

чи обов'язково потрібно збалансувати зменшення ставки корпоративного податку шляхом збільшення інших податкових ставок, тобто чи обов'язково зменшення CTR призведе до втрат бюджету?

Що стосується першого питання, то, за визначенням, Гонка поступок є *конкуренція за допомоги зменшення податкової ставки*, яка сама по собі не вимагає якогось погіршення (чи скорочення). Останнє може бути наслідком Гонки поступок, але не є її сутністю чи властивістю.

Природно припустити, що висновок про безумовне погіршення стандартів через зниження ставок оподаткування багато в чому обумовлений тезою про те, що Гонка поступок є різновидом Дилеми в'язня (Revesz, 1997, *supra* note 1, at 1217-1218). Справді, сутність Дилеми в'язня полягає в тому, що гравці вибирають рівновагу за Нешем, за якої вони отримують менші виплати за інших рівних чинників. Очевидно, що в реальній ситуації уряди мусять якимось чином компенсувати цей брак доходів, а отже, або зменшити інші свої витрати, щоби

компенсувати зниження ставки податку, або, утримуючи ставку податку, послабити вимоги до потенційних інвесторів.

Таким чином, основне завдання цього дослідження – перевірити, чи справді Гонка поступок є різновидом Дилеми в'язня.

Водночас, гіпотеза щодо невідповідності в моделі певних параметрів призводить до збільшення числа чинників й ускладнення моделі. Тому є бажання проаналізувати Гонку поступок мінімальними інструментами – лише за допомоги узагальненого податкового навантаження – і показати, що всі зазначені вище явища можливі навіть у такому випадку.

Отже, стоїть завдання дослідити взаємну податкову поведінку країн і її наслідки без компенсаційних механізмів через інші податки.

Методологія

Для дослідження проблеми Гонки поступок автори зазвичай застосовують дві групи методів: статистичний інструментарій (статистичні методи (Kiefer, Rada, 2013a) і регресійні моделі (Trandafir, Brezeanu, Stanciu, 2011), панельні дослідження (Wheeler, 2001) що допомагають вивчати фактичні статдані; а також моделі теорії ігор, що дозволяють нам моделювати економічну поведінку і взаємодію економік, та визначати формальні відносини між параметрами взаємодії.

Мендоса і Тесар (Mendoza & Tesar, 2003a) використовують неокласичну динамічну модель загальної рівноваги для 2 гравців, яка містить 3 ключові екстерналії податкової конкуренції: відносну ціну, розподіл багатства і фіскальну платоспроможність. В іншій праці (Mendoza & Tesar, 2003b) ці автори моделюють податкову конкуренцію як однокрокову гру з інваріантними в часі податками і динамічними виплатами, які вони використовують для аналізу конкуренції між 2 економіками шляхом регулювання податків на капітал, працю і споживання. Так само теоретико-ігровий метод для дослідження даного питання застосовувався Рота-Граціозі (Rota-Graziosi, 2019).

Підсумовуючи, методи дослідження Гонки поступок можна розділити на 2 групи: статистичні методи – для аналізу фактичних даних економічної діяльності країн; теоретико-ігрові методи – для моделювання поведінки урядів і економік.

Оскільки головне завдання чинного дослідження полягає у тому, щоб відповісти на запитання, це насправді Гонка поступок – це форма Дилеми в'язня, а Дилема в'язня моделюється за допомогою теорії ігор, ми також тут використовуємо теорію ігор.

Метою податкової конкуренції є залучення інвестицій внаслідок сприятливіших умов для інвесторів. З іншого боку, держава залучає інвестиції для збільшення власного добробуту, тобто, простіше кажучи, власних доходів, іншими словами, доходів бюджету.

Отже, цільовою функцією державного регулювання у разі податкової конкуренції може бути максимізація або обсягу залучених в економіку інвестицій, або надходжень до бюджету від діяльності інвесторів, або суми зазначених вище величин.

Очевидно, що податки прямо пов'язані з бюджетними надходженнями. Таким чином, маємо такі потенційні кількісні оцінки урядової поведінки (вартість стратегій), як обсяг інвестицій, доходи бюджету або певна інтегральна величина, що розраховується на підставі значень двох зазначених величин.

Нехай між N економіками наявна податкова конкуренція, причому актуальне податкове навантаження для кожної з економік є τ_i ($i=1\dots, N$). Дві чисті стратегії для кожного уряду є такими: «зменшувати податкову ставку на $\Delta\tau$ » або «зберігати її на попередньому рівні». Можна описати взаємовідносини між 2 економіками у загальному вигляді у формі гри 2 осіб:

$$G = (S_1; S_2; P); S_1 = \{s_{10}; s_{11}\} = \{\tau_1 - \Delta\tau_1; \tau_1\}; S_2 = \{s_{20}; s_{21}\} = \{\tau_2 - \Delta\tau_2; \tau_2\};$$

$$P = \left\{ \begin{matrix} \{p_{00}^1; p_{00}^2\} & \{p_{10}^1; p_{10}^2\} \\ \{p_{01}^1; p_{01}^2\} & \{p_{11}^1; p_{11}^2\} \end{matrix} \right\}. \quad (1)$$

Для того, щоби наведена гра реалізовувала Дилему в'язня необхідно, аби гра була симетричною, тобто виконувалися умови:

$$p_{00}^1 = p_{00}^2 = p_{00}; p_{11}^1 = p_{11}^2 = p_{00}; p_{01}^1 = p_{10}^2 = p_{01}; p_{10}^1 = p_{01}^2 = p_{10};$$

рівновага за Нешем гри досягалася для взаємної стратегії $\{p_{00}; p_{00}\}$, що означає справедливість нерівностей:

$$p_{01} < p_{00} < p_{11} < p_{10}.$$

Зазначимо, що вище наведено жорсткі умови класичної гри Дилема в'язня. В загальному випадку умови симетричності можна не дотримуватись, але в такому випадку необхідно дотримання не однієї, а 2 груп нерівностей – окремо для кожного із гравців:

$$p_{01}^1 < p_{00}^1 < p_{11}^1 < p_{10}^1; \quad (2)$$

$$p_{10}^2 < p_{00}^2 < p_{11}^2 < p_{01}^2. \quad (3)$$

Позначимо:

– обсяг інвестицій у кожній з економік за звичайного податкового навантаження τ_1 і τ_2 як x_1 і x_2 ;

– додаткове залучення інвестицій унаслідок зниження податкового тиску на величини $\Delta\tau_1$ і $\Delta\tau_2$ – як Δx_{01}^1 , Δx_{01}^2 , Δx_{10}^1 , Δx_{10}^2 і Δx_{11}^1 , Δx_{11}^2 – у різних варіантах податкової політики сторін.

Припускаємо, що аналізована система економік є замкненою, тобто звідкілясь іще інвестиції не залучаються і нікуди за межі економік не виводяться. Тоді приріст інвестицій в одній економіці супроводжується таким самим за величиною відтоком інвестицій у другій. Це означає, що $\Delta x_{01}^1 = -\Delta x_{01}^2 = \Delta x_{01}$, $\Delta x_{10}^1 = -\Delta x_{10}^2 = \Delta x_{10}$, $\Delta x_{11}^1 = -\Delta x_{11}^2 = \Delta x_{11}$. При цьому зазначені величини додаткового залучення інвестицій Δx_{01} , Δx_{10} і Δx_{11} залежать не лише від $\Delta\tau_1$ і $\Delta\tau_2$, а і від τ_1 , x_1 , τ_2 , x_2 , тобто, від усіх параметрів поточної ситуації.

В подальшому ми користуватимемося дещо ідеалістичним припущенням, що економіки постійно перебувають у стані податково-інвестиційної рівноваги (байдужості), точніше, при порушенні рівноваги внаслідок зміни податкового навантаження миттєво її відтворюють шляхом перетоку інвестицій з однієї економіки в іншу. Опишемо сутність податково-інвестиційної рівноваги (байдужості) для інвесторів щодо привабливості якоїсь з економік і формальні наслідки щодо взаємного співвідношення обсягів інвестицій у різних країнах.

Постулюємо, що податково-інвестиційна рівновага (стан байдужості) має місце у випадку, якщо для інвесторів усі N економік є рівноцінними, а саме прибуток після оподаткування в кожній із них для умовно

однакових інвесторів є однаковим, тож інвестиції не «перетікають» з однієї економіки в іншу. Тобто,

$$\forall i, j: 1 \leq i, j \leq N: (1 - \tau_i) p_i = (1 - \tau_j) p_j, \quad (4)$$

τ_i – ставка податку на прибуток в i -й економіці,
 $\forall i: 1 \leq i \leq N: 0 \leq \tau_i \leq 1$.

Результати

Варіант 1. Результуючий показник «обсяг залучених інвестицій»

Згідно моделі Гонки поступок зменшення податків урядом однієї із країн за умови збереження податкового status quo урядом іншої спричиняє залучення додаткових інвестицій в економіку першої країни. Це означає, що для варіанту 1 справедливо: $p_{00}^1 > p_{01}^1$, $p_{10}^1 > p_{11}^1$, $p_{00}^2 > p_{10}^2$, $p_{01}^2 > p_{11}^2$, тобто нешева рівновага, справді, досягається при застосуванні взаємної стратегії $\{\tau_1 - \Delta\tau_1; \tau_2 - \Delta\tau_2\}$ за ціни $\{p_{00}^1; p_{00}^2\}$. Проте, в загальному випадку ні із чого не випливає, що $p_{00}^1 < p_{11}^1$ і/або $p_{00}^2 < p_{11}^2$, тобто, взаємна стратегія $\{\tau_1; \tau_2\}$ парето-ефективніша за взаємну стратегію $\{\tau_1 - \Delta\tau_1; \tau_2 - \Delta\tau_2\}$.

Матриця взаємодії 2 країн в ситуації Гонки поступок за умови, якщо результуючим показником є обсяг залучених інвестицій виглядає таким чином:

$$P_{inv} = \begin{bmatrix} \{x_1 + \Delta x_{11}; x_2 - \Delta x_{11}\} & \{x_1 + \Delta x_{10}; x_2 - \Delta x_{10}\} \\ \{x_1 - \Delta x_{01}; x_2 + \Delta x_{01}\} & \{x_1; x_2\} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Умовами наявності Дилеми в'язня в даному випадку є, зважаючи на (2), такі:

$$x_1 - \Delta x_{01} < x_1 + \Delta x_{11} < x_1 < x_1 + \Delta x_{10}; \quad (6)$$

$$x_2 - \Delta x_{10} < x_2 - \Delta x_{11} < x_2 < x_2 + \Delta x_{01}. \quad (7)$$

Можна бачити, що умови (6) й (7) суперечать одна одній. Справді, якщо $\Delta x_{11} > 0$, то можливе виконання (7), натомість несправедливим є один із кон'юнктив (6), а саме $x_1 + \Delta x_{11} < x_1$. Навпаки, від'ємність величини Δx_{11} уможливорює дотримання умови (6), натомість, робить невірним (7) в силу $x_2 - \Delta x_{11} < x_2$. Таким чином, якщо результируючим показником взаємодії є обсяг інвестицій, Дилема в'язня не виникає.

Варіант 2. Результируючий показник «величина бюджетних надходжень»

Матриця взаємодії 2 країн в ситуації Гонки поступок за умови, якщо результируючим показником є величина бюджетних надходжень має такий вигляд:

$$P_{inv} = \left\{ \begin{array}{cc} \left\{ \begin{array}{l} (\tau_1 - \Delta \tau_1)(x_1 + \Delta x_{11}); \\ (\tau_2 - \Delta \tau_2)(x_2 - \Delta x_{11}) \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{l} (\tau_1 - \Delta \tau_1)(x_1 + \Delta x_{10}); \\ \tau_2(x_2 - \Delta x_{10}) \end{array} \right\} \\ \left\{ \begin{array}{l} \tau_1(x_1 - \Delta x_{01}); \\ (\tau_2 - \Delta \tau_2)(x_2 + \Delta x_{01}) \end{array} \right\} & \{ \tau_1 x_1; \tau_2 x_2 \} \end{array} \right\}. \quad (8)$$

Умови наявності Дилеми в'язня в даному випадку є, зважаючи на (2), такі:

$$\tau_1(x_1 - \Delta x_{01}) < (\tau_1 - \Delta \tau_1)(x_1 + \Delta x_{11}) < \tau_1 x_1 < (\tau_1 - \Delta \tau_1)(x_1 + \Delta x_{10}) \quad (9)$$

$$\tau_2(x_2 - \Delta x_{10}) < (\tau_2 - \Delta \tau_2)(x_2 - \Delta x_{11}) < \tau_2 x_2 < (\tau_2 - \Delta \tau_2)(x_2 - \Delta x_{01}) \quad (10)$$

Після перетворень отримуємо:

$$\max \left(\frac{x_1}{\Delta x_{10}}; \frac{x_1 - \Delta x_{01}}{\Delta x_{11} + \Delta x_{01}} \right) < \frac{\tau_1}{\Delta \tau_1} - 1 < \frac{x_1}{\Delta x_{11}}; \quad (11)$$

$$\frac{x_2}{\Delta x_{01}} < 1 - \frac{\tau_2}{\Delta \tau_2} < \min \left(\frac{\Delta x_{10} - x_2}{\Delta x_{10} - \Delta x_{11}}; \frac{x_2}{\Delta x_{11}} \right). \quad (12)$$

Варіант 3. Результуючий показник «величина бюджетних надходжень з урахуванням залучення додаткових інвестицій»

У цьому випадку вже не можна однозначно стверджувати, що зменшення податків урядом однієї із країн за умови збереження податкового status quo урядом іншої призведе до падіння надходжень у бюджет першої країни. Спостерігається 2 різноспрямованих вектори, спричинені зниженням податкової ставки: зменшення зборів із чинних інвестицій і збільшення загального обсягу інвестицій унаслідок залучення нових. Ситуація Гонка поступок можлива, якщо податок із додаткових інвестицій не компенсує втрати зі старих, причому для економік обох країн, але при цьому необхідно додаткове виконання умов

$$p_{00}^1 < p_{11}^1 \text{ і } p_{00}^2 < p_{11}^2. \quad (13)$$

Зрозуміло, що якщо результуючим показником є сумарний обсяг залучених інвестицій і бюджетних надходжень, то загальна матриця взаємодії 2 країн в ситуації Гонки поступок, природно, об'єднує два попередніх випадки і матиме вигляд:

$$P_{inv} = \left\{ \begin{array}{ll} \left\{ \begin{array}{l} \left[(\tau_1 - \Delta\tau_1 + 1)(x_1 + \Delta x_{11}); \right. \\ \left. [(\tau_2 - \Delta\tau_2 + 1)(x_2 - \Delta x_{11})] \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{l} \left[(\tau_1 - \Delta\tau_1 + 1)(x_1 + \Delta x_{10}); \right. \\ \left. [(\tau_2 + 1)(x_2 - \Delta x_{10})] \end{array} \right\} \\ \left\{ \begin{array}{l} [(\tau_1 + 1)(x_1 - \Delta x_{01}); \\ [(\tau_2 - \Delta\tau_2 + 1)(x_2 + \Delta x_{01})] \end{array} \right\} & \left\{ (\tau_1 + 1)x_1; (\tau_2 + 1)x_2 \right\} \end{array} \right\}. \quad (14)$$

Умовами наявності Дилеми в'язня в даному випадку є, зважаючи на (2), такі:

$$(\tau_1 + 1)(x_1 - \Delta x_{01}) < (\tau_1 - \Delta\tau_1 + 1)(x_1 + \Delta x_{11}) < (\tau_1 + 1)x_1 < (\tau_1 - \Delta\tau_1 + 1)(x_1 + \Delta x_{10}) \quad (15)$$

$$(\tau_2 + 1)(x_2 - \Delta x_{10}) < (\tau_2 - \Delta\tau_2 + 1)(x_2 - \Delta x_{11}) < (\tau_2 + 1)x_2 < (\tau_2 - \Delta\tau_2 + 1)(x_2 - \Delta x_{01}) \quad (16)$$

або після перетворень:

$$\max \left(\frac{x_1}{\Delta x_{10}}; \frac{x_1 - \Delta x_{01}}{\Delta x_{11} + \Delta x_{01}} \right) < \frac{\tau_1 + 1}{\Delta\tau_1} - 1 < \frac{x_1}{\Delta x_{11}}; \quad (17)$$

$$\frac{x_2}{\Delta x_{01}} < 1 - \frac{\tau_2 + 1}{\Delta \tau_2} < \min \left(\frac{\Delta x_{10} - x_2}{\Delta x_{10} - \Delta x_{11}}; \frac{x_2}{\Delta x_{11}} \right). \quad (18)$$

Якщо рівновагу утворено за податкових ставок τ_1, τ_2 , то умова, якій мусять відповідати величини їх зменшення $\Delta \tau_1, \Delta \tau_2$ для збереження рівноваги розраховується так: позначимо $\Theta = \frac{1 - \tau_1}{1 - \tau_2}$, тоді мусить вико-

нуватись $\Theta = \frac{1 - \tau_1 - \Delta \tau_1}{1 - \tau_2 - \Delta \tau_2}$, із чого випливає:

$$\begin{aligned} \Theta &= \frac{1 - \tau_1}{1 - \tau_2} = \frac{1 - \tau_1 - \Delta \tau_1}{1 - \tau_2 - \Delta \tau_2}; \\ (1 - \tau_1)(1 - \tau_2 - \Delta \tau_2) &= (1 - \tau_2)(1 - \tau_1 - \Delta \tau_1); \\ (1 - \tau_1)(1 - \tau_2) - \Delta \tau_2(1 - \tau_1) &= (1 - \tau_2)(1 - \tau_1) - \Delta \tau_1(1 - \tau_2); \\ \Delta \tau_2(1 - \tau_1) &= \Delta \tau_1(1 - \tau_2); \\ \frac{\Delta \tau_1}{\Delta \tau_2} &= \frac{1 - \tau_1}{1 - \tau_2} = \Theta, \end{aligned} \quad (19)$$

тобто, для збереження рівноваги пропорція зменшення ставок мусить збігатися із пропорцією часток прибутку, що залишаються інвесторам.

Умови виникнення Дилеми в'язня в ситуації податково-інвестиційної рівноваги

Отже, в ситуації, коли система 2 економік за податкових навантажень, відповідно, $\{\tau_1; \tau_2\}$ (одна із чистих стратегій гри) знаходиться у стані податково-інвестиційної рівноваги, природно розглядати симетричну їй чисту стратегію $\{\tau_1 - \Delta \tau_1; \tau_2 - \Delta \tau_2\}$ також як стан податково-інвестиційної рівноваги, за якого не відбувається рух інвестицій. Тобто вважати величини зменшення податкового тиску $\Delta \tau_1$ і $\Delta \tau_2$ такими, що не порушують рівноваги, для чого вони мусять відповідати виразу (19). Інакше кажучи, співвідношення часток прибутку, які залишаються в розпорядженні інвесторів після оподаткування не повинно змінитись. Із (19) виведемо залежність $\Delta \tau_2$ від $\Delta \tau_1, \tau_1$ і τ_2 :

$$\frac{1 - \tau_2}{1 - \tau_1} \Delta \tau_1 = \Delta \tau_2, \quad (20)$$

Іншими 2 симетричними одна до одної чистими стратегіями зручно вважати такі ситуації, коли податковий тиск зменшує одна із країн, а інша зберігає його на попередньому рівні. В цьому випадку відбувається перетік інвестицій з економіки з фіксованим податковим навантаженням до тієї, де навантаження було зменшено – в обсязі, необхідному для відновлення податково-інвестиційної рівноваги. Очевидно, що без втрати загальності до такої ситуації також відноситься випадок, коли друга країна зменшує податкову ставку, але менше, ніж необхідно для відновлення податково-інвестиційної рівноваги.

Головне значення податково-інвестиційної рівноваги полягає в тому, що в цьому випадку як у варіанті 2, так й у варіанті 3 $p_{00}^1 < p_{11}^1$ і $p_{00}^2 < p_{11}^2$, оскільки обсяг інвестицій у кожній із країн залишається фіксованим, а податкове навантаження і, як наслідок, доходи бюджету зменшуються. Тому виконання нерівностей $p_{01}^1 < p_{00}^1$, $p_{11}^1 < p_{10}^1$, $p_{10}^2 < p_{00}^2$ і $p_{11}^2 < p_{01}^2$ є достатньою умовою виникнення Дилеми в'язня. Формально, за умови податково-інвестиційної рівноваги вирази в табл. 2-4, а також у формулах (6)-(18) спрощуються. Зокрема, $\Delta x_{11} \equiv 0$, $\Delta x_{01} > 0$, $\Delta x_{10} > 0$. Із чого випливає, що у варіантах 2 і 3 середня нерівність виконується завжди, що створює необхідні передумови для виникнення Дилеми в'язня.

Розглянемо, за яких значень і співвідношень параметрів створюються достатні умови, а отже виникає і сама Дилема в'язня. Для цього, вочевидь, необхідно виконання в кожному з випадків 4 нерівностей.

Варіант 2

(13) і (14) перетворюються на

$$\frac{x_1}{\Delta x_{01}} < \frac{\tau_1}{\Delta \tau_1}; \quad \frac{x_1}{\Delta x_{10}} + 1 < \frac{\tau_1}{\Delta \tau_1}; \quad (21)$$

$$\frac{x_2}{\Delta x_{10}} < \frac{\tau_2}{\Delta \tau_2}; \quad \frac{\tau_2}{\Delta \tau_2} < 1 - \frac{x_2}{\Delta x_{01}}. \quad (22)$$

Варіант 3

Легко бачити, що в цьому варіанті τ_1 і τ_2 замінюються на τ_1+1 і τ_2+1 . Аналогічно (21), (22) слід замінити на

$$\frac{x_1}{\Delta x_{01}} < \frac{\tau_1 + 1}{\Delta \tau_1}; \quad \frac{x_1}{\Delta x_{10}} + 1 < \frac{\tau_1 + 1}{\Delta \tau_1}; \quad (23)$$

$$\frac{x_2}{\Delta x_{10}} < \frac{\tau_2 + 1}{\Delta \tau_2}; \quad \frac{\tau_2}{\Delta \tau_2} < 1 - \frac{x_2 + 1}{\Delta x_{01}}, \quad (24)$$

Висновки

1. Строго наукова, а також більш популярна економічна думка пов'язує факт Гонки поступок із безумовним погіршенням економічних, соціальних, екологічних та ін. стандартів. Цей висновок значною мірою обумовлений тезою, що Гонка поступок є формою Дилеми в'язня.

З іншого боку, висновок про те, що Гонка поступок не завжди дорівнює Дилемі в'язня, тож рівновага між податками і конкуренцією може бути досягнуто в оптимальній точці за Парето, ставить під сумнів потребу для урядів компенсувати брак доходів зменшенням витрат чи послабленням стандартів.

По-перше, це дозволяє розділити питання Гонки поступок і механізмів компенсації;

по-друге, це знімає суперечки, про які пишуть багато авторів, коли в умовах податкової конкуренції не відбувається зниження стандартів.

Прийняття цієї тези дозволяє проаналізувати Гонку поступок з допомогою мінімального інструментарію, висвітлюючи квінтесенцію економічної взаємодії між економіками.

2. Оскільки податки безпосередньо пов'язані з доходами бюджету, ми маємо такі потенційні цільові функції для поведінки уряду, як обсяг інвестицій, доходи бюджету або їх поєднання.

3. Аналіз зазначених 3 цільових функцій показує, що стратегія Гонка поступок не завжди призводить до Дилеми в'язня. Якщо цільовою

функцією поведінки уряду є «обсяг інвестицій», Дилема в'язня не виникає взагалі.

Якщо цільовою функцією є «доходи бюджету» або «сума обсягу інвестицій і доходів бюджету», ми можемо отримати Дилему в'язня, але з певними значеннями параметрів економічної взаємодії.

4. Запроваджено концепцію інвестиційно-податкової рівноваги, як стану, в якому всі економіки є рівними для потенційного інвестора з погляду продуктивності інвестицій, а отже, між цими економіками не відбувається жодного руху інвестицій.

Для інвестиційно-податкової рівноваги було розраховані достатні умови, за яких Гонка поступок є різновидом Дилеми в'язня.

Література

1. Abbas, S. and Klemm, A., 2013. A partial race to the bottom: corporate tax developments in emerging and developing economies. *International Tax and Public Finance*, 20(4), pp. 596–617.
2. Blinder, A., 2006. Offshoring: The Next Industrial Revolution? *Foreign Affairs* 85: pp. 113-128.
3. Cohen, S. S. & DeLong, J. B., 2005. Shaken and Stirred. *The Atlantic Monthly* 295(January/February), pp. 112-117.
4. Corporate tax rates table, 2019. KPMG. [online] Available at: <https://home.kpmg/xx/en/home/services/tax/tax-tools-and-resources/tax-rates-online/corporate-tax-rates-table.html>. [Accessed 31/03/2020].
5. Dvořáková, V., 2013. Are the tendencies of the race to the bottom real in the European Union? *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(4), pp. 893–898.
6. Greider, W., 2001. A new giant sucking sound. *The Nation*, December 31.
7. International Confederation of Free Trade Unions, 2000. Behind the wire: anti-union repression in the export processing zones. [online] Available at: <http://www.icftu.org/english/tncs/etnexpzo.html>. [Accessed 31/03/2020].
8. Jensen, N., 2006. *Nation-Sates and the Multinational Corporation: A Political Economy of Foreign Direct Investment*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
9. Kahler, M., 1998. Modeling Races to the Bottom,” paper presented at the 1998 meeting of the American Political Science Association, Boston, MA. See also Hirst and Thompson, *Globalization in Question*, chapter one.
10. Kiefer, D. and Rada, C., 2013. A note on the wage share in OECD countries: Is there a race to the bottom? Working Paper Series, Department of Economics, University of Utah 2013_13, University of Utah, Department of Economics.
11. Lindblom, C., 1977. *Politics and Markets*, New York: Basic Books.
12. Mendoza, E. G. and Tesar, L. L., 2003a. Winners and Losers of Tax Competition in the European Union. NBER Working Papers 508, Research Seminar in International Economics, University of Michigan.

13. Mendoza, E. G. and Tesar, L. L., 2003b. A Quantitative Analysis of Tax Competition v. Tax Coordination under Perfect Capital Mobility. NBER Working Papers 9746, National Bureau of Economic Research, Inc.
14. Polanyi, K., 1944. The great transformation, Boston: Beacon Press.
15. Revesz, R. L., 1997. Federalism and environmental regulation: A normative critique. In The new federalism: Can the states be trusted? John Ferejohn and Barry R. Weingast eds. Hoover institution press publication, Hoover Institution Press, Stanford University.
16. Revilla, M. and Laarni D., 2016. Cross-Country Econometric Study on the Impact of Fiscal Incentives on Foreign Direct Investment. Discussion Papers DP 2016-17, Philippine Institute for Development Studies.
17. Rota-Graziosi, G., 2019. The supermodularity of the tax competition game. Journal of Mathematical Economics, 83(C), pp. 25–35.
18. Schlesinger jr., A., 1997. Has democracy a future? Foreign Affairs, New York, September/October, pp. 7-8.
19. Spar, D., 1998. Attracting High Technology Investment: Intel's Costa Rican Plant. FIAS Occasional Paper No. 11, World Bank, Washington DC, April.
20. Tiebout, C., 1956. A Pure Theory of Local Expenditures. Journal of Political Economy 64(5), pp. 416-424.
21. Trandafir, A., Brezeanu, P. and Stanciu A., 2011. The Race to the Bottom and its Impact on the Provision of Public Services in Romania. Annals of the University of Petrosani, Economics, 11(1), pp. 261–266.
22. Wallerstein, V. & Przeworski, A., 1995. Capital Taxation with Open Borders. Review of International Political Economy 2(3), pp. 425-445.
23. Wheeler, D., 2001. Racing to the bottom: foreign investment and air pollution in developing countries. Policy Research Working Paper Series 2524, The World Bank.

Глава 3

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА ЗАХИСТ ДАНИХ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Цифрова трансформація, виклики та стратегії покращення кібербезпеки

*д. е. н., проф. Даніч В. М.
асп. Максименко А. Д.*

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В епоху швидкого розвитку цифрових технологій цифрова трансформація стала ключовим фактором змін у різних сферах нашого життя, включаючи охорону здоров'я, промисловість, фінанси та державні послуги. Однак, паралельно зі зростанням цифровізації виникають і нові виклики в галузі кібербезпеки. Підвищена цифровізація означає, що все більше даних стає доступним у цифровому форматі, що робить їх більш вразливими для кіберзагроз. Від витоку особистої інформації до кібератак на корпоративні мережі, загрози в галузі кібербезпеки вимагають серйозної уваги та вжиття відповідних заходів для захисту даних та інформаційної інфраструктури. Для вирішення цих проблем необхідний комплексний підхід, що включає технічні, організаційні та правові заходи. Давайте розглянемо деякі з ключових сфер, де цифрова трансформація викликає підвищене занепокоєння з питань безпеки, а також можливі шляхи покращення кібербезпеки у цих галузях.

Цифрова трансформація – це процес впровадження цифрових технологій зміни методів роботи організацій, нашого суспільства та економіки загалом. Вона охоплює широкий спектр змін, починаючи від впровадження цифрових систем управління та автоматизації бізнес-процесів до створення нових цифрових продуктів та послуг.

Цифрова трансформація може мати безліч позитивних сторін та переваг. Ось деякі з них:

Збільшення ефективності та продуктивності: Цифрові технології дозволяють автоматизувати процеси, оптимізувати бізнес-процеси та покращити роботу співробітників. Це може призвести до збільшення продуктивності та скорочення часу виконання завдань.

Поліпшення доступу до інформації та послуг Цифрова трансформація робить інформацію та послуги більш доступними та зручними для користувачів. Онлайн-платформи, мобільні програми та цифрові сервіси дозволяють отримувати потрібну інформацію та виконувати завдання у будь-який час та в будь-якому місці.

Інновації та нові можливості: Цифрова трансформація сприяє появі нових технологій, продуктів та сервісів, які можуть покращити життя людей та допомогти компаніям розвиватися. Це включає такі інновації, як штучний інтелект, інтернет речей, блокчейн та інші.

Поліпшення якості послуг та продуктів: Завдяки цифровим технологіям компанії можуть збирати та аналізувати великі обсяги даних про своїх клієнтів та ринок, що дозволяє їм краще розуміти потреби своїх клієнтів та пропонувати більш персоналізовані продукти та послуги.

Сприяння екологічній стійкості: Цифрова трансформація може сприяти екологічній стійкості шляхом зменшення використання паперової документації, оптимізації енергоспоживання та скорочення необхідності фізичних переміщень завдяки віддаленій роботі та електронним комунікаціям.

Ці позитивні сторони цифрової трансформації можуть мати значний позитивний ефект на бізнес, суспільство та економіку в цілому, сприяючи зростанню та розвитку в різних галузях.

Хоча цифрова трансформація може приносити безліч позитивних змін, вона може мати негативні сторони. Ось деякі з них:

Кібербезпека та конфіденційність даних: Зі зростанням використання цифрових технологій збільшується загроза кібератак та порушень конфіденційності даних. Витіки особистої інформації, кібершахрайство та інші види кіберзлочинності можуть завдати серйозних збитків як для компаній, так і для приватних осіб.

Цифрова нерівність: Не всі мають доступ до цифрових технологій або мають необхідні навички для їх використання. Це може посилити

нерівність між групами населення та створити цифровий розрив між тими, хто має доступ до цифрових ресурсів, та тими, хто не має.

Втрата робочих місць та зміна ринку праці: Впровадження автоматизації та штучного інтелекту може призвести до скорочення робочих місць у деяких галузях та зміни необхідних навичок на ринку праці, що може створити труднощі для деяких працівників у перекваліфікації та пошуку роботи.

Залежність від технологій та ризику відмови систем: Підвищена залежність від цифрових технологій може зробити компанії та організації більш уразливими до відмови систем та технічних збоїв. Це може призвести до простоїв у роботі та втрати доходів.

Загрози здоров'ю та безпеці: У деяких випадках неправильне використання цифрових технологій може негативно позначитися на здоров'ї та безпеці людей. Наприклад, надмірне використання смартфонів та комп'ютерів може призвести до проблем із зором та психічним здоров'ям.

Ці негативні сторони цифрової трансформації вимагають уваги та вжиття відповідних заходів для пом'якшення їхнього впливу на суспільство, бізнес та людину.

Зі зростанням цифрової трансформації виникають нові виклики у сфері безпеки. Підвищена цифровізація означає, що все більше даних організацій та громадян стають доступними у цифровому форматі, що робить їх більш уразливими для кіберзагроз.

У зв'язку з цим виникає низка питань і проблем, таких як захист персональних даних, запобігання кібератакам, забезпечення інформаційної безпеки бізнес-процесів і так далі. Організації та держави змушені розробляти та впроваджувати нові методи та технології для захисту своїх даних та інформаційної інфраструктури від загроз.

Цей процес вимагає не лише технічних рішень, а й змін у політиці, управлінні та культурі організацій. Він наголошує на важливості усвідомлення ризиків та вжиття заходів щодо забезпечення безпеки в цифровому середовищі.

Крім того, важливо зазначити, що загрози в галузі кібербезпеки стають все більш складними та витонченими. Кіберзлочинці та хакери постійно вдосконалюють свої методи атак, використовують нові

вразливості та технології для того, щоб проникнути в системи та отримати доступ до конфіденційної інформації.

Це створює необхідність постійного вдосконалення заходів безпеки, а також навчання співробітників і суспільства в цілому основам кібергігієни та безпеки в мережі. Крім того, зі зростанням цифровізації збільшується залежність суспільства та економіки від інформаційних технологій, що робить важливим забезпечення їхньої безперервної та надійної роботи.

У цьому контексті організації та держави також стикаються з необхідністю дотримання відповідних нормативних вимог та законодавства у галузі кібербезпеки, щоб захистити себе від потенційних правових наслідків порушень безпеки даних та інцидентів у сфері інформаційних технологій.

Таким чином, підвищення стурбованості з питань безпеки в контексті цифрової трансформації потребує комплексного підходу, що включає технічні, організаційні та правові заходи щодо забезпечення безпеки даних та інформаційних ресурсів у цифровому середовищі.

Кілька конкретних прикладів ситуацій, де цифрова трансформація викликає підвищене занепокоєння з питань безпеки:

Електронний медичний запис: У сфері охорони здоров'я впровадження електронних медичних записів (ЕМР) та цифрових медичних систем дозволяє покращити доступ до медичної інформації та управління даними, але також створює ризики щодо конфіденційності пацієнтів. Наприклад, витік медичної інформації через порушення безпеки може призвести до серйозних наслідків для конфіденційності та безпеки пацієнтів.

Впровадження інтернету в промисловості дозволяє збирати великі обсяги даних про стан обладнання та виробничі процеси для оптимізації ефективності та продуктивності. Однак недостатній захист пристроїв IoT може створювати вразливості, які можуть бути використані зловмисниками для вторгнення в корпоративні мережі та заподіяння шкоди виробничим операціям.

Цифрові платформи: Онлайн-банкінг, цифрові платіжні системи та інші фінансові послуги стають все більш поширеними у сучасному світі. Однак загрози кібербезпеці, такі як фішинг, кібершахрайство та

крадіжка особистих даних, можуть створювати ризики для конфіденційності та безпеки фінансових транзакцій.

Цифрові державні послуги Багато урядів переходять до надання цифрових державних послуг, таких як електронні урядові портали та онлайн-системи голосування. Але це може стати об'єктом інтересу для кібератак, які можуть загрожувати цілісності виборів або безпеки особистих даних громадян.

Ці приклади демонструють, як цифрова трансформація в різних сферах життя та бізнесу створює нові виклики та ризики в галузі кібербезпеки, які потребують уваги та вжиття відповідних заходів для захисту даних та інформаційних ресурсів.

Є кілька варіантів покращення кібербезпеки у зазначених областях:

- Електронний медичний запис:

Використання механізмів шифрування даних в електронних медичних записах для захисту конфіденційності пацієнтів.

Посилення автентифікації користувачів та контроль доступу до медичної інформації за допомогою багатфакторної автентифікації та керування правами доступу.

Навчання медичного персоналу основам кібербезпеки та надання регулярних оновлень про останні загрози та методи захисту.

- Інтернет речей (IoT) у промисловості:

Впровадження пристроїв захисту IoT, таких як міжмережевих екранів (firewalls) та системи виявлення вторгнень (IDS), для забезпечення безпеки мереж промислових об'єктів.

Регулярне оновлення програмного забезпечення та патчів для пристроїв IoT, щоб усунути вразливість та мінімізувати ризики кібератак.

Впровадження процесів моніторингу та аналізу мережного трафіку з метою виявлення аномальної поведінки та реагування на потенційні інциденти безпеки.

- Цифрові платформи фінансових послуг:

Використання засобів автентифікації сильних користувачів (Strong Customer Authentication, SCA), таких як одноразові паролі (OTP) або біометрична автентифікація для безпеки фінансових транзакцій.

Впровадження технологій виявлення шахрайства та систем моніторингу для виявлення підозрілої активності на фінансових платформах та швидкого реагування на неї.

Забезпечення відповідності стандартам безпеки платіжних карток (наприклад, PCI DSS) та іншим регуляторним вимогам захисту фінансових даних користувачів.

- Цифрові державні послуги:

Впровадження засобів шифрування та безпеки для захисту даних громадян на державних порталах та в системах онлайн-голосування.

Проведення регулярних аудитів та тестування на проникнення для виявлення вразливостей у державних інформаційних системах та вжиття заходів щодо їх усунення.

Навчання виборців та державних службовців основам кібербезпеки та методам захисту від кібератак, щоб запобігти можливим загрозам цілісності виборів та безпеки державних даних.

Ці заходи допоможуть покращити кібербезпеку у різних галузях та знизити ризики кіберзагроз для організацій та громадян.

Багато країн впроваджують покращення кібербезпеки у різних сферах. Ось кілька прикладів:

Електронний медичний запис в Естонії: Естонія відома своїми передовими цифровими системами охорони здоров'я, включаючи електронні медичні записи. Вони надають можливість пацієнтам та медичному персоналу доступу до медичної інформації онлайн. Естонія активно інвестувала в кібербезпеку своїх цифрових систем, включаючи механізми шифрування та посилення контролю доступу.

Інтернет речей у Німеччині: Німеччина впроваджує суворі стандарти безпеки для пристроїв інтернету речей, особливо у промисловості та критичній інфраструктурі. Вони розробляють та реалізують нормативні вимоги та сертифікаційні програми для забезпечення безпеки пристроїв IoT.

Цифрові державні послуги у Сінгапурі: Сінгапур впроваджує передові системи цифрового уряду, які забезпечують безпеку даних громадян та надають доступ до державних послуг онлайн. Вони активно розробляють та впроваджують технології аутентифікації та шифрування для захисту даних громадян.

Цифрові платформи фінансових послуг у США: США зосереджуються на забезпеченні безпеки фінансових даних та транзакцій у цифровому середовищі. Фінансові організації впроваджують сучасні технології

аутентифікації та виявлення шахрайства для захисту своїх клієнтів від кіберзагроз.

Ці приклади показують, що різні країни активно працюють над покращенням кібербезпеки в різних сферах діяльності, беручи до уваги особливості своїх цифрових систем і загроз.

В Україні також проводяться покращення кібербезпеки у різних сферах. Ось кілька прикладів:

Електронний медичний запис: Україна активно впроваджує системи електронного медичного запису для покращення доступу до медичної допомоги та управління охороною здоров'я. При цьому вона також приділяє увагу кібербезпеці своїх цифрових медичних систем, зокрема механізмам шифрування та захисту конфіденційності медичних даних.

Цифрові державні послуги: Україна активно розвиває електронні державні послуги та цифровий уряд. Це включає онлайн-портали для отримання державних послуг та обміну документами з державними органами. Україна також приділяє увагу кібербезпеці цих систем, щоб забезпечити захист цих громадян.

Банківський сектор: Банківський сектор України активно впроваджує сучасні технології для забезпечення безпеки фінансових транзакцій та захисту даних клієнтів від кіберзагроз. Це включає механізми автентифікації та виявлення шахрайства, а також дотримання відповідних нормативних вимог у галузі кібербезпеки.

Хоча ще є багато роботи, але Україна робить кроки до покращення кібербезпеки у різних сферах своєї діяльності, впроваджуючи сучасні технології та дотримуючись відповідних стандартів безпеки.

У сучасному світі цифрова трансформація відіграє ключову роль у розвитку різних сфер діяльності, забезпечуючи нові можливості та підвищуючи ефективність. Проте, разом із цим зростанням цифровізації виникають і нові виклики у сфері кібербезпеки. Загрози кібератак, витоку даних та інші форми кіберзагроз можуть призвести до серйозних наслідків для організацій, держав та громадян.

Для успішної адаптації до цифрової епохи та забезпечення безпеки даних необхідно вживати комплексних заходів, що включають технічні, організаційні та правові аспекти. Це включає впровадження сучасних технологій захисту даних, навчання персоналу основам

кібербезпеки, дотримання відповідних нормативних вимог і регулярне оновлення заходів безпеки відповідно до загрозливої обстановки, що змінюється.

Тільки шляхом спільних зусиль організацій, держав та суспільства загалом ми зможемо забезпечити надійну кібербезпеку та захистити наші дані та інформаційні ресурси у цифровому середовищі.

Еволюція бізнес-моделей підприємств за умов цифровізації

д. е. н., проф. Брюховецька Н. Ю.

к. е. н., с. н. с. Чорна О. А.

Інститут економіки промисловості НАН України

Зміни в управлінні підприємствами, що неминуче відбуваються в умовах цифровізації економіки, потребують аналізу і оцінки бізнес-моделі підприємства, яка формується з метою удосконалення процесу управління, привнесення ексклюзивності в управління, переходу на новий рівень вирішення все більш складних і непередбачуваних завдань.

В сучасних умовах бізнес-модель підприємства може змінюватись досить динамічно і часто, що пов'язано із постійним пошуком найкращих рішень реалізації стратегії, задоволення потреб ринку та отримання прибутку. Тому в умовах цифровізації економіки актуалізуються дослідження бізнес-моделей, заснованих на цифрових технологіях.

Період виникнення поняття «бізнес-модель» у науці і практиці

На кінець XX ст. та на початку XXI ст. в зарубіжних наукових і фахових виданнях та економічній літературі стала зростати кількість публікацій, присвячених проблемі формування бізнес-моделей підприємств. Все почалося з того, що американський дослідник А. Сливоцький, аналізуючи у середині 1990-х років успішну діяльність великих компаній і характеризуючи спосіб успішної реалізації їх бізнес-стратегій, застосував поняття «бізнес-моделі» [1, с. 14]. Він наголосив, що сучасні, агресивні, з погляду конкурентної боротьби, підприємства забезпечують

зростання прибутків і надходження капіталу від інвесторів, насамперед, завдяки ефективним діловим (бізнесовим) моделям і розумінню пріоритетів споживачів. Практика активних ринкових перетворень в Україні також обумовила ситуацію щодо зростання уваги науковців і практиків до питання пошуку ефективних бізнес-моделей.

Дефініція «бізнес-модель» – схема функціонування бізнесу

Розуміння бізнес-моделі як схеми функціонування бізнесу певної компанії, охоплює у більшості випадків відповіді на такі основні запитання [1, с. 18]:

1) Як компанія здійснює бізнес? Як відбувається взаємодія різних суб'єктів бізнес-моделі (споживачі, постачальники, посередники, інвестори) та об'єктів (продукти, послуги, роботи, процеси);

2) Що компанія використовує для здійснення бізнесу? Наявність у компанії специфічних «входів» - ресурсів, здібностей, компетенцій;

3) Яку цінність забезпечує компанія споживачам? Орієнтація на створення високої доданої вартості (цінності) для споживачів є однією із найважливіших характеристик бізнес-моделі;

4) Яким є механізм отримання прибутку компанією? Ця фінансова характеристика бізнес-моделі забезпечує завершеність її економічного змісту.

Бізнес-модель, відмічає В. В. Скриль [2, с. 491], «це спрощене відображення механізму ведення певної економічної діяльності, пов'язаної з виробництвом продукції (продажем товарів, наданням послуг, виконанням робіт), що є цінною для споживача та забезпечує отримання прибутку. Бізнес-модель необхідна для формування цілісного уявлення про характеристики підприємства: яка цінність і в який спосіб створюється для споживача; кому і яким чином вона надається; як використовуються ресурси та можливості з метою створення стійкої конкурентної переваги та отримання прибутку».

Швиданенко Г. О. і Ревуцька Н. В. надають таке трактування: «бізнес-модель компанії - це сукупність елементів, що характеризують принципову логіку її функціонування на основі ефективного використання у бізнес-процесах компетенцій і стратегічних ресурсів з метою створення продукту (послуги) з високою цінністю, що відповідає пріоритетам споживачів і забезпечує зростання прибутку. Основне

завдання бізнес-моделі компанії - перетворити внутрішні «входи» бізнесу (ресурси, технології, здібності, компетенції) у зовнішні «виходи» (економічну цінність для покупців і фінансовий результат для компанії) [1, с. 20].

Класифікація бізнес-моделей підприємств

Практика функціонування та трансформації бізнесу в світі свідчить про постійне ускладнення існуючих і появу нових бізнес-моделей (табл. 1).

Виділяють такі підходи до формування бізнес-моделей:

- *Гуманітарний*. Бізнес-модель розглядається як спосіб функціонування компанії на основі поєднання ряду параметрів: стратегії, взаємозв'язків із постачальниками і споживачами, ланцюжка створення вартості, організаційної структури, компетенцій і ресурсів компанії. Представники гуманітарного підходу у бізнес-моделюванні:

А. Сливоцький – розглядав бізнес-модель як об'єкт стратегічного аналізу. У дослідженнях спирався на досвід функціонування бізнес-моделей відомих західних компаній (IBM, Starbucks, Southwest Airlines та ін.). Виділив п'ять базових елементів БМ: відбір споживачів, унікальна пропозиція цінності, модель прибутку, стратегічний контроль, масштаб діяльності. Для характеристики компонентів окреслено коло питань, на які має дати відповідь керівництво компанії (рис. 1).

Таблиця 1

Класифікація бізнес-моделей (БМ)*

За видом	Опис і характеристика БМ
Традиційні	Притаманні більшості компаній галузі, відображають логіку типового для галузі повного циклу діяльності: проектування та розробка, виробництво продукції (послуги), просування на ринку, сервісне обслуговування, споживання та утилізація товару кінцевим споживачем.
Інноваційні	Інноваційна БМ із нетрадиційними підходами до управління та цінностями бізнесу, яким притаманні принципово нові риси та пріоритети ніж ті, що використовувались раніше підприємством, галуззю. Характеризуються використанням принципово нових прогресивних технологій, переходом до високотехнологічної продукції, прогресивними організаційними і управлінськими рішеннями в інноваційній діяльності, проведення політики ресурсозбереження, інтелектуалізації всієї виробничої діяльності, цифровізації економіки, орієнтація діяльності на безпосередньо задоволення потреб споживачів, спрямованість на стійкий розвиток, інклюзивність, екологічність тощо.

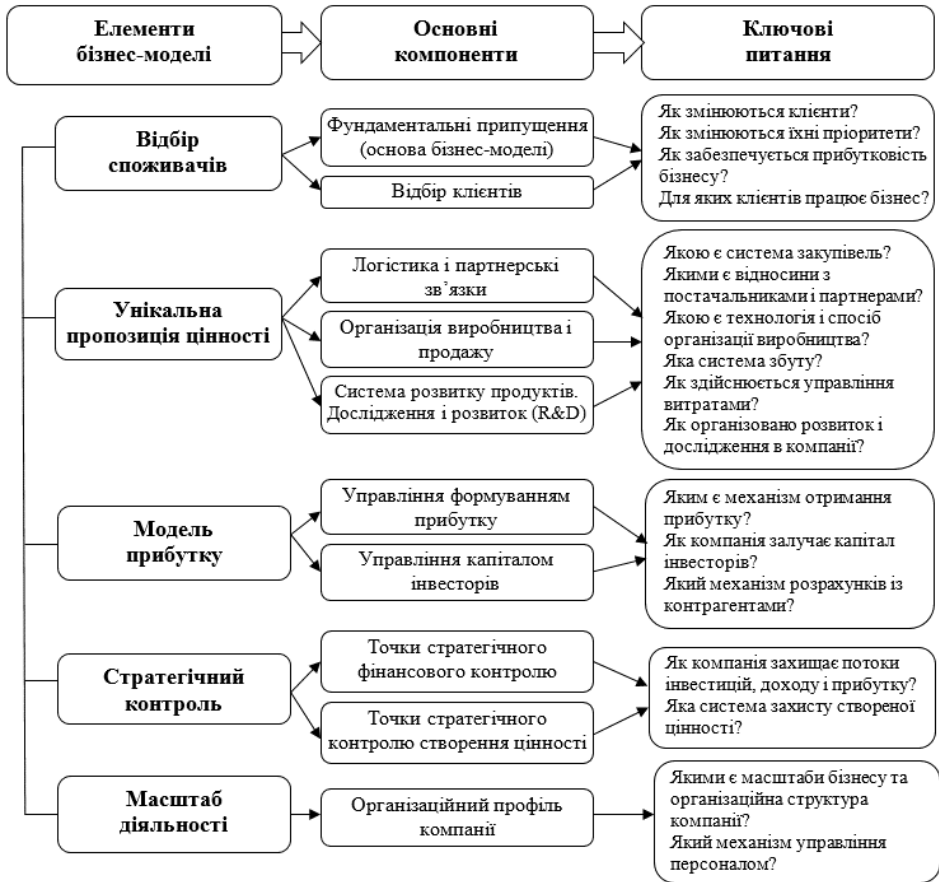


Рис. 1. Механізм формування бізнес-моделі за А. Сливоцьким [1, с. 36]

Г. Хамел – ідентифікує чотири головні складові бізнес-моделі: взаємодія з клієнтами (характеризує способи взаємозв'язку і співпраці компанії з покупцями); загальна стратегія (місія, характеристика ринку і продукту, конкурентні переваги тощо); стратегічні ресурси (стратегічні активи, бізнес-процеси і компетенції компанії); ланцюжок створення цінності (взаємодія з постачальниками, партнерами, клієнтами тощо) (рис. 2).



Рис. 2. Елементи бізнес-моделі за Г. Хамелом [1, с. 37]

В. Котельніков – у розвиток даного підходу запропонував додатковий елемент у механізмі формування бізнес-моделі, що дістав назву «6+1 компонент», яким є інновація, а основним завданням бізнес-моделі є перетворення інновації в економічну цінність для компанії, покупців, акціонерів і партнерів (рис. 3). Складовими БМ є: пропозиція споживчої цінності (спосіб задоволення потреб покупців на основі вивчення їх потреб, системи прийняття рішень про покупку, а також встановлення справедливої ціни); сегмент ринку (цільова група клієнтів, для якої розроблена інновація); структура ланцюжка створення вартості (характеризує місце, роль і спосіб створення компанією доданої вартості); конкурентні стратегії (дослідження відносин із конкурентами і партнерами з метою визначення способу забезпечення вищої цінності покупцям); модель одержання доходів і прибутку (описує механізм отримання компанією доходу, визначає структуру собівартості і потенціал отримання прибутку); конкурентні стратегії (довгостроковий план створення компанією стійких конкурентних переваг і шляхи їх використання для зміцнення конкурентної позиції на ринку); стратегії зростання (довгострокові плани розвитку і зростання бізнесу).



Рис. 3. Механізм формування бізнес-моделі «6+1 компонент»
за В. Котельніковим [1, с. 38]

М. Скотт – запропонував схему формування БМ великої компанії, яка побудована не за функціональною ознакою, а на базі кількох релевантних сегментів-бізнесу, які існують порівняно незалежно. Відповідно до такої моделі додаткова ринкова вартість для акціонерів утворюється у вигляді вираженого фінансового результату від виконання місії, підтримання корпоративної культури і системи цінностей (рис. 4).

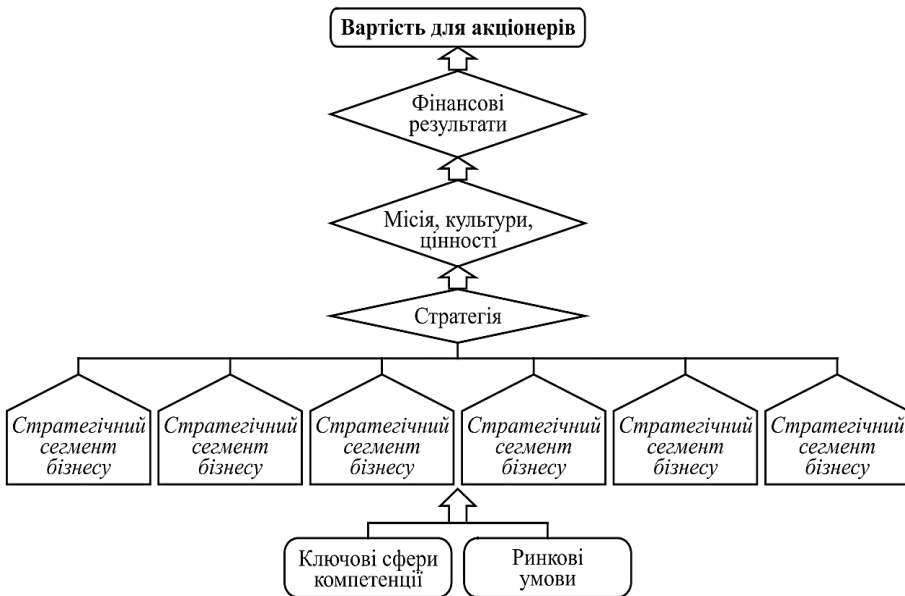


Рис. 4. Бізнес-модель за методикою Марка Скотта [1, с. 37]

2. *Процесний або формальний.* Підхід до побудови БМ базується на методології реінжинірингу бізнес-процесів (BPR – Business Process Reengineering), сутність якої полягає в описі БМ як сукупності взаємозалежних процесів, що утворюють певну ієрархію. Для цього використовуються відповідні методології та стандарти моделювання бізнес-процесів (IDEF, ARIS та інші) (рис 5.). Складові БМ: організаційна, функціональна і інформаційна субмоделі.

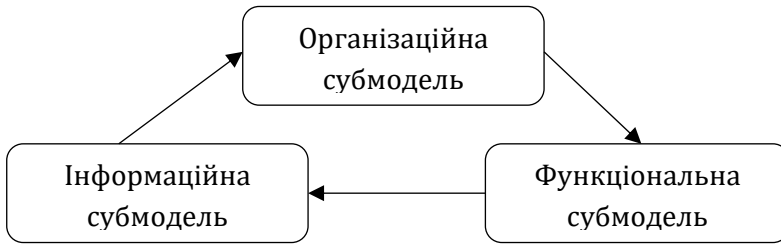


Рис. 5. Структура бізнес-моделі за процесним підходом [1, с. 42]

Серед представників процесного підходу у бізнес моделюванні слід виділити С. Л. Горелика (рис. 6):

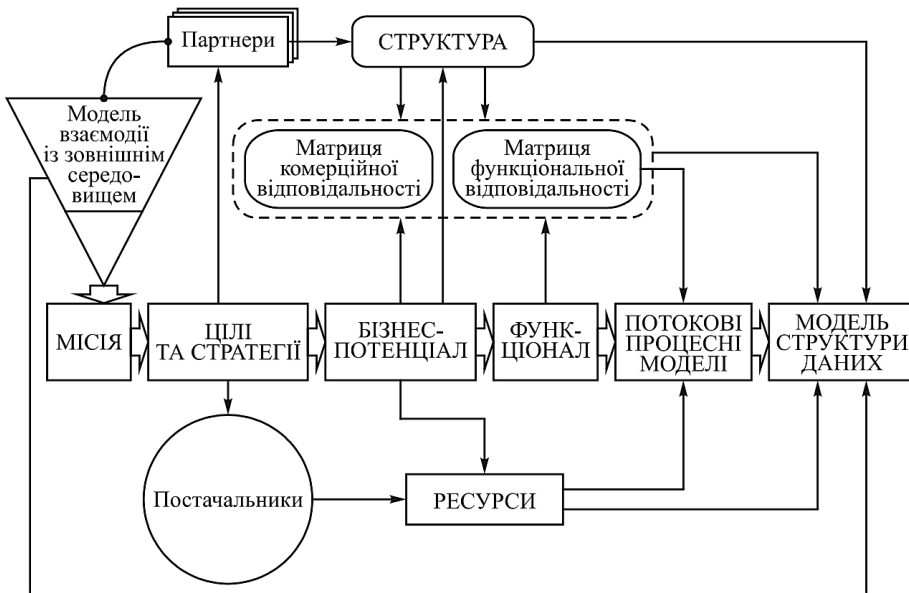


Рис. 6. Узагальнена схема бізнес-моделювання за процесним (формальним) підходом (автор – Горелик С. Л.) [1, с. 43]

Побудова БМ на основі процесного підходу за С.Л. Гореликом полягає у наступному: 1) На основі місії підприємства формуються корпоративні цілі й різні види стратегій. 2) Уточнення стратегічних позицій підприємства через ресурсне обґрунтування стратегій. 3) Характеристика призначення підприємства щодо задоволення соціально

значущих потреб ринку (бізнес-потенціал підприємства). 4) Обґрунтування форми партнерських зв'язків для забезпечення якісного обслуговування клієнтів на всіх етапах життєвого циклу товару (послуги). 5) Бізнес-потенціал, у свою чергу, з урахуванням обраних цілей і стратегій визначає функціонал підприємства – перелік бізнес функцій, компетенцій і завдань менеджерів, необхідних для здійснення обраних видів комерційної діяльності. 6) Визначаються необхідні для цього ресурси (матеріальні, нематеріальні, фінансові, людські). 7) Формується структура підприємства. 8) Визначення зон і сфер відповідальності менеджерів у процесі функціонування БМ компанії. Так, у *матриці комерційної відповідальності* закріплюється відповідальність структурних підрозділів за одержання доходу від комерційної діяльності. Її подальша деталізація через виділення центрів фінансової відповідальності забезпечує формування фінансової моделі підприємства. Результатом її імплементації є створення системи бюджетного управління з використанням фінансової мотивації персоналу. *Матриця функціональної відповідальності* закріплює відповідальність структурних ланок (окремих фахівців) за виконання бізнес функцій при реалізації процесів комерційної діяльності (закупівля, виробництво, збут тощо), а також функцій менеджерів, пов'язаних з управлінням цими процесами (планування, облік, контроль у сфері маркетингу, фінансів, управління персоналом тощо). 9) Опис бізнес-потенціалу, функціонала й відповідних матриць відповідальності є статичним описом підприємства. На цьому етапі процесного бізнес-моделювання формується загальновизнаний ряд основних внутрішньо фірмових регламентів: базове «Положення про організаційно-функціональну структуру підприємства», пакет Положень про окремі види діяльності (фінансової, маркетингової тощо), пакет Положень про структурні підрозділи (цехи, відділи, сектори, групи тощо). 10) Подальша деталізація бізнес-моделі відбувається на етапі динамічного опису підприємства на рівні процесних поточкових моделей. Ці моделі описують процес руху в часі матеріальних та інформаційних потоків підприємства. При цьому спочатку (на верхньому рівні) описується логіка взаємодії учасників процесу, а потім (на нижньому рівні) – технологія роботи окремих фахівців на своїх робочих місцях. 11) Завершується процесне бізнес-моделювання розробленням моделі структур даних, що визначає перелік і формати системи

довідників, документів і звітів, супровідні процеси на підприємстві, а також задає формати опису об'єктів зовнішнього середовища.

3. *Онтологічний*. Онтологічний підхід у бізнес моделюванні походить із процесного та тісно пов'язаний із розробленням та впровадженням комплексних автоматизованих корпоративних систем управління, а також появою нової сфери менеджменту – управління знаннями (*Knowledge Management*). Перетворення компетенцій і здібностей компанії у джерело формування довгострокових конкурентних переваг потребує використання сучасних технологій для виявлення, створення, поширення, обробки, збереження та використання корпоративних знань. Онтологічний підхід широко використовується у формуванні бізнес-моделей в інтернет комерції для:

- підтримки автоматизованого обміну даними між покупцями і продавцями в електронній торгівлі;
- вертикальної інтеграції ринків;
- реалізації механізму пошуку в Інтернеті (вибір інтернет-сторінок із синтаксично різними, але семантично однаковими словами).

Важливість онтологічного підходу в бізнес-моделюванні в контексті управління знаннями обумовлюється тим, що знання, які формально описані, можна розповсюджувати, відтворювати і як результат – генерувати нові знання.

Серед представників онтологічного підходу у бізнес-моделюванні можна виділити О. Остервальдера, який ідентифікував чотири головні аспекти, що характеризують БМ:

- продукт – характеризує ринок, на якому функціонує компанія, а також рівень цінності, який вона пропонує;
- інтерфейс споживача – визначає, хто є цільовими клієнтами компанії, як задовольняється їхній попит, як це сприяє зміцненню стосунків із ними;

Таблиця 2

Характеристика бізнес-моделі за напрямом розвитку бізнесу

Бізнес-моделі за напрямом розвитку бізнесу	Характеристика
«Від виробництва»	Передбачає виробництво продукту, а потім пошук шляхів для його збуту. Підприємство постійно намагається знайти шляхи збуту випущеної продукції. Виробництво товару не затребуваного ринком призводить до появи додаткових витрат за послуги і товари постачальників (комплектуючі, сировину, електрику, кредити і т.п.). Вироблена продукція потребує зберігання, транспортування, проведення спеціальних рекламних і маркетингових кампаній, для просування товару до споживача. Ступінь задоволеності клієнта залишається на дуже низькому рівні, тому що він змушений купувати те, що ринок готовий йому запропонувати зараз.
«Від клієнта»	Характеризується тим, що виробляється за запитом споживача відповідно до його побажань. Переваги підходу у тому, що відсутня проблема збуту товару: виробляється те, що замовлено клієнтом, ринком. Знижуються витрати, пов'язані з виробництвом, перевиробництвом і зберіганням; більш точно задовольняються потреби клієнтів; відбувається поліпшення руху фінансових ресурсів. Використання бізнес-моделі стає можливим тільки тоді, коли виробництво здатне гнучко реагувати на мінливі потреби споживачів, що пов'язане з появою нових тенденцій в індустрії і нових технологій.

- управління інфраструктурою – описує, наскільки ефективно компанія розв'язує інфраструктурні або внутрішні проблеми, з ким співпрацює, в яких альянсах бере участь;

- фінансовий аспект – відображає модель генерування доходу, структуру витрат і фінансову стабільність бізнес-моделі.

Описуючи онтологію БМ компанії, О. Остервальдер пропонує чітку формалізацію (маркування) її елементів і взаємозв'язків між ними за допомогою засобів комп'ютерного програмування. Зокрема, для цього використовуються такі спеціальні мови описання, як BM2L (Business Model Modelling Language) та XML.

4. Управлінський. Управлінський підхід передбачає розроблення механізму формування бізнес-моделі компанії на основі синтезу та модифікації базових положень гуманітарного і процесного підходів у контексті забезпечення комплексного управління компанією в сучасних умовах. Модель включає такі елементи: 1) Дослідження пріоритетів споживачів на 3, 5, 10 років. 2) Визначення стратегічних ресурсів і компетенцій підприємств. 3) Формування ефективної системи бізнес-процесів підприємства. 4) Діагностика бізнес-портфеля підприємства (рис. 7).

Ідентифіковані в процесі стратегічного аналізу базові елементи бізнес-моделі можуть мати свої особливості у різних підприємств, що визначає їх унікальність і забезпечує довготривалу невідтворюваність. Щоб мати відмінні риси і унікальність, підприємство має оцінювати діючу бізнес-модель і трансформувати її у разі зміни зовнішніх умов функціонування чи внутрішніх параметрів окремих елементів.

За змістом і фокусом уваги бізнес-моделі поділяються:

1) Орієнтовані на процеси всередині організації. В цьому випадку бізнес-модель трансформується під нові стратегічні завдання і зміни передусім орієнтовані на елементи системи управління: структуру організації; внутрішні процеси; ІКТ-технології; мотивацію і стимулювання; розвиток людського капіталу; корпоративну культуру. Трансформації ведуть до змін в організаційній структурі, цільових процесів, інформаційних і матеріальних потоків між підрозділами, вимог до інформаційних систем, ІТ-архітектури. Найвідомішими прикладами таких бізнес-моделей є:



Рис. 7. Модифікована технологія формування бізнес-моделі компанії за управлінським підходом [1, с. 48]

• Зіркова модель Гелбрейта (The star model Galbraith Jay R.) включає:

- 1) стратегію, яка визначає напрямок;
- 2) структуру, яка визначає розташування повноважень щодо прийняття рішень;
- 3) процеси, які мають відношення до потоку інформації та засобами реагування на інформаційні технології;
- 4) винагороди та системи винагород, які впливають на мотивацію людей до виконання та досягнення організаційних цілей;
- 5) політику, щодо людських ресурсів, яка впливає і часто визначає мислення та навички (рис. 8).

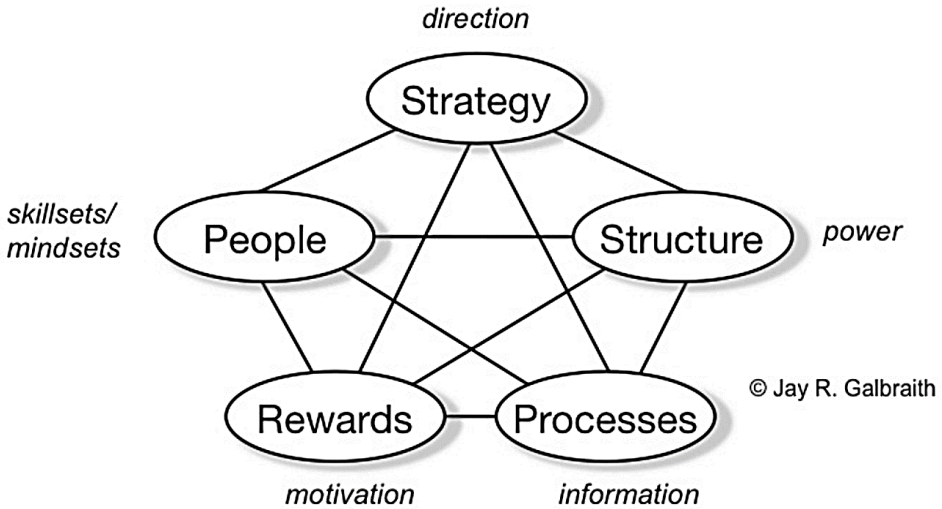


Figure 1—The Star Model™

Рис. 8. Зіркова модель організаційного дизайну Гелбрейта
(The star model Galbraith Jay R.)

- Модель McKinsey 7S, відноситься до інструменту, який аналізує «організаційний дизайн» компанії. Мета моделі – показати, як можна досягти результати в організації за допомогою взаємодії семи ключових елементів – структури, стратегії, навичок, системи, спільних цінностей, стилю та персоналу (рис. 9).

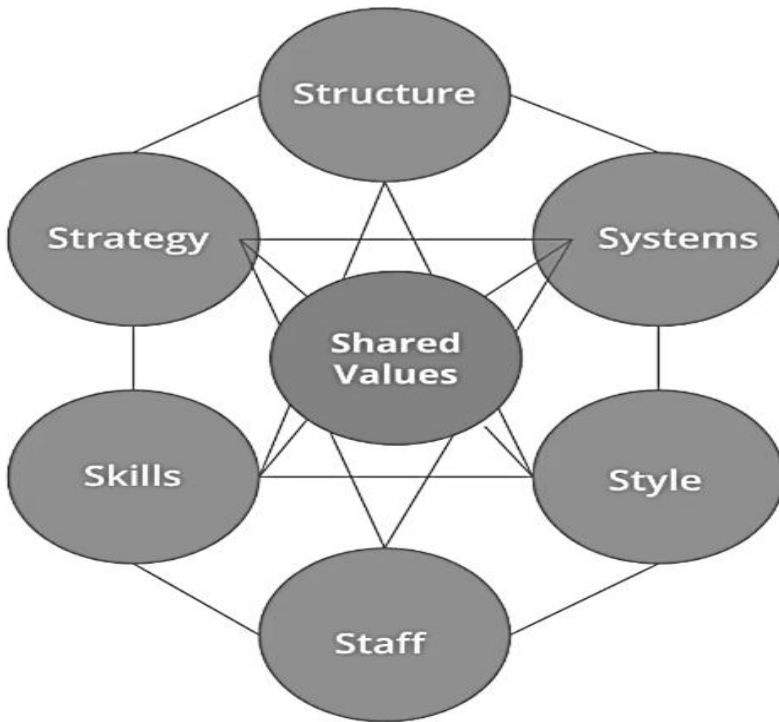


Рис. 9. Модель організаційного дизайну McKinsey 7S [3; 4].

2) *Спрямовані на зовнішнє оточення підприємства.* Підхід оснований на розумінні потреб цільових споживачів продукції і послуг підприємства та на ціннісній пропозиції підприємства. Тобто на тому як створюються і постачаються товари і послуги, як організовано ланцюг створення вартості, як отримується прибуток. Приклад: Business Model Canvas О. Остервальдера. Важливою особливістю моделі є фокусування всіх аспектів діяльності організації на клієнтах та їх потребах. Модель описує всі бізнес-процеси компанії в дев'яти блоках: 1) Клієнти; 2) Ціннісна пропозиція; 3) Види діяльності, які забезпечують створення цінності; 4) Необхідні ресурси; 5) Ключові партнери; 6) Канали постачання і збуту; 7) Взаємовідносини із клієнтами; 8) Витрати; 9) Доходи (табл. 3) [5].

3) *Змішані.* Включають обидва попередні аспекти створення цінності для клієнтів та покращення внутрішніх процесів, нарощення цінності в середині організації.

4) *Лінійні*. Підприємство створює цінність у формі товару (послуги) та продає за ланцюгом поставок (виробник – дистриб'ютор – споживач). Цінність зростає лінійно, кожен учасник ланцюга послідовно її додає.

5) *Платформні*. Забезпечені цифровими технологіями, які створюють вартість, полегшуючи обмін між двома або більшою кількістю взаємозалежних учасників за рахунок платформи. Дозволяють отримувати дохід з комунікаційних відносин, зробити їх чинником виробництва. Навколо платформи утворюється екосистема.

Складові елементи бізнес-моделі

Основними елементами внутрішнього середовища функціонування бізнес-моделі компанії за Швиданенко Г.О., Ревуцькою Н.В. [1, с. 31] є:

1) Стратегія – основа, на якій тримається бізнес компанії. Бізнес-модель і стратегія є однаково важливими та мають ті самі цілі, але на різних бізнес-рівнях. Бізнес-модель є схемою перетворення стратегії в загальну «технологію» створення доданої вартості компанією, зміни елементів стратегії компанії повинні супроводжуватись зміною бізнес-моделі і навпаки;

2) Система організації бізнесу – інфраструктурна складова бізнес-моделі (організаційна, процесна та технологічна складова): організація виробництва, система логістики та канали збуту, види партнерських зв'язків із постачальниками та клієнтами тощо;

3) Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) – апаратне та програмне забезпечення, а також різноманітні інформаційні інструменти (веб-сайти, інформаційні системи управління тощо).

Таблиця 3

Business Model Canvas О. Остервальдера

<u>Ключові партнери</u> Хто ключові партнери? Хто ключові постачальники? Які ключові ресурси ми отримуємо від партнерів і постачальників? Який основний профіль роботи постачальників і партнерів?	<u>Ключові види діяльності, які забезпечують створення цінності</u> Що необхідно зробити для створення необхідного клієнту продукту? Який канал збуту обрати та спосіб взаємодії? Що необхідно зробити для отримання із створеного продукту максимальний прибуток? <u>Необхідні ресурси</u> Які ресурси потрібні для створення цінного для клієнта продукту, налагодження ефективного каналу збуту, отримання максимального прибутку? <i>Типи ресурсів:</i> фізичні; інтелектуальні; людські; фінансові	<u>Ціннісні пропозиції та головна ідея бізнесу</u> У чому цінність продуктів для клієнтів? Які проблеми наші продукти допомагають вирішити? Які продукти і сервіси ми пропонуємо клієнтам? Які проблеми клієнтів вирішують наші продукти? <i>Приклади характеристик:</i> Новизна; Продуктивність; Максимальна кастомізація; Статусність; Дизайн; Ціна; Зниження ризиків; Зниження витрат; Доступність; Зручність.	<u>Взаємовідносини із клієнтами</u> Які взаємини з нами планує будувати споживач кожного сегмента? Які відносини встановлені? Які відносини з клієнтами вписані у модель монетизації? Наскільки побудова відносин затратна? <i>Приклади:</i> Персональна підтримка; Віддалена підтримка; Самообслуговування. <u>Канали постачання і збуту</u> Як продукт доставляється клієнту? Як це здійснюють зараз конкуренти? Наскільки різні канали збуту інтегровані? Які канали збуту економічно вигідні? Як цими каналами користується клієнт?	<u>Споживацькі сегменти.</u> <u>Клієнти</u> Для кого ми робимо продукт? Хто наш основний споживач? <i>Приклади:</i> Масовий; Нішевий; Дрібнонішевий; Багато профільний; Змішаний
<u>Витрати</u> Яка категорія розходів найбільш витратна? Які ресурси найбільш дорогі? Чи є ресурси, без яких наше підприємство чи продукт не обійдуться? Які напрями праці найбільш витратні (виробництво, доставка і т.ін.)? <i>Приклади:</i> 1) Фінансові витрати (оренда, заробітна плата, співробітників, обов'язкові платежі); 2) Непостійні витрати.		<u>Доходи</u> За які функції у нашому продукті клієнти готові платити? Яким способом клієнти будуть сплачувати за продукт? Чи відповідає це вимогам клієнтів? Який внесок кожен із способів монетизації підприємства вносить в загальний дохід? <i>Моделі монетизації:</i> продаж чи оренда активів; продаж ліцензії; продаж підписки; комісійна модель; роялті за використання; продаж white label; змішаний.		

Складові і фактори бізнес-моделі підприємства за Швиданенко Г.О., Ревуцькою Н.В. подано на рис. 10.

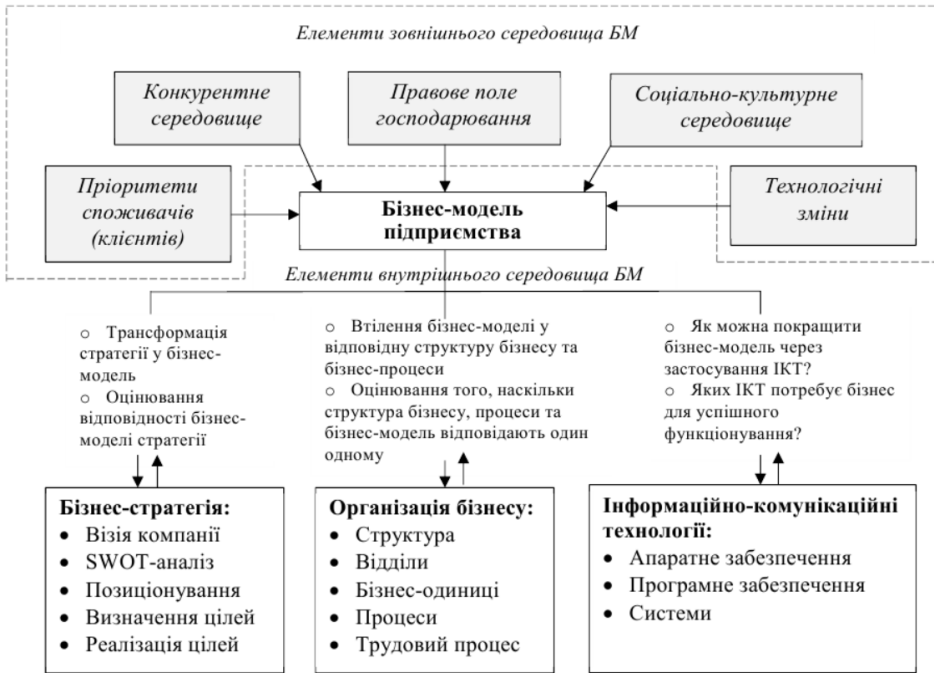


Рис. 10. Складові елементи і фактори бізнес-моделі підприємства (узагальнено на основі [1, с. 31-32])

Чинниками зовнішнього середовища, які обумовлюють трансформації бізнес-моделі підприємства [1, с. 33] є:

1) *Технологічні зміни* (технологічні зміни впливають на спосіб функціонування бізнесу і на бізнес-модель);

2) *Конкурентне середовище* (якщо бізнес-модель компанії є ефективною, конкуренти рано чи пізно спробують її скопіювати або з'являться маловідомі компанії з інноваційними бізнес-моделями, які швидко і на тривалий час зможуть завоювати бізнес-простір);

3) *Пріоритети клієнтів* (постійне вивчення незадоволеного попиту і пріоритетів покупців, зокрема із врахуванням їх соціокультурного середовища і національної економічної ментальності є «дорожньою картою», що визначає траєкторію розвитку моделі бізнесу компанії в майбутньому);

4) *Правове поле господарювання* (відповідність бізнесу вимогам чинного законодавства. Із появою нових моделей бізнесу виникають все нові і нові способи організації та здійснення бізнес-діяльності, які потребують відповідного законодавчого закріплення, що стає можливим на основі зворотного зв'язку із правовою сферою).

Типи бізнес-моделей

Типів бізнес-моделей може бути багато, що відрізняє підприємства та їх механізми отримання прибутку. Найбільш популярні приклади типів бізнес-моделей надано у табл. 4.

Життєздатна бізнес-модель, на думку Є. Клепи, – «це модель, яка дозволяє підприємству призначати ціну за цінність, яку воно створює, таким чином, щоб бізнес приносив достатній дохід, щоб окупити себе і продовжувати працювати протягом тривалого часу. Незалежно від того, що пропонує бізнес, він повинен також задовольняти потреби клієнтів та їхні очікування щодо якості» [6], із чим можна погодитись.

Підходи до трансформації бізнес-моделі

Бізнес-модель можна і потрібно змінювати. Основними підходами адаптації та трансформації бізнес-моделі до постійних ринкових змін є [складено на основі лекції Є. Клепи, 6]:

Таблиця 4

Найбільш популярні типи бізнес-моделей [6]

<i>Варіант бізнес-моделі</i>	<i>Характеристика (Як працює бізнес-модель?)</i>	<i>Приклади компаній, які використовують цю бізнес-модель</i>
AFFINITY CLUB «Клуб за інтересами»	Виплачується роялті великій організації за право продавати ваш продукт виключно їхнім клієнтам.	MBNA
BROKERAGE «Посередництво»	Відбувається зведення разом покупців і продавців та стягується з тієї чи іншої сторони комісія за кожну транзакцію.	Century 21 Orbitz
BUNDLING «Пакетування»	Об'єднання супутніх товарів та послуг разом.	Fast-food value meals iPod/iTunes
CELL PHONE «Мобільний телефон»	Встановлення різних тарифів на окремі рівні послуги.	Sprint Better Place
CROWDSOURCING «Краудсорсинг»	Залучення великої групи людей до створення контенту безкоштовно в обмін на доступ до чужого контенту.	Wikipedia YouTube
DISINTERMEDIATION «Деінтермедіація»	Продаж товарів або послуг напряму, оминаючи традиційних посередників.	Dell WebMD
FRACTIONALIZATION «Фракціонування»	Продаж часткового використання продукту.	NetJets Time-shares
REVERSE RAZOR/BLADES «Зворотні бритви/леза»	Пропозиція низькомаржинальних товарів за ціною нижче собівартості, для стимулювання	Kindle iPod/iTunes

Варіант бізнес-моделі	Характеристика (Як працює бізнес-модель?)	Приклади компаній, які використовують цю бізнес-модель
	продажів високомаржинальних супутніх товарів.	
FREEMIUM «Фриміум»	Пропозиція базових послуг безкоштовно, стягуючи плату за преміум-сервіс.	LinkedIn
LEASING «Лізинг»	Здача в оренду, а не продаж, високомаржинальних, дорогих продуктів.	Cars MachineryLink
LOW-TOUCH «Низький»	Зниження цін при зменшенні рівня обслуговування.	Walmart IKEA
NEGATIVE OPERATING CYCLE «Негативний операційний цикл»	Зниження ціни продукту, отримуючи оплату за надання послуги.	Amazon
PAY-AS-YOU-GO «Розрахунок за використання»	Сплатення за фактичне використання за лічильником.	Electric companies
RAZOR/BLADES «Леза для бритви»	Пропозиція високомаржинальних товарів (наприклад: бритви) за ціною нижче собівартості, щоб збільшити обсяги продажу низькомаржинальних товарів (наприклад: лез для бритви).	Printers and ink
REVERSE AUCTION «Реверсивний аукціон»	Встановлення верхньої межі ціни і надання можливості учасникам	Elance.com

<i>Варіант бізнес-моделі</i>	<i>Характеристика (Як працює бізнес-модель?)</i>	<i>Приклади компаній, які використовують цю бізнес-модель</i>
	робити ставки, коли ціна падає.	
PRODUCT TO SERVICE «Продукт до послуги»	Продаж послуги підприємства, замість фактичного продажу товару.	Zipcar
STANDARDIZATION «Стандартизація»	Стандартизація раніше персоналізованої послуги, для зниження витрат.	MinuteClinic
SUBSCRIPTION «Підписка»	Стягнення абонентської плати за доступ до послуги.	Netflix
USER COMMUNITIES «Спільноти користувачів»	Стягнення членських внесків або плати за рекламу за надання учасникам доступ до мережі.	Angel's List

1) Пропорційні зміни шляхом розширення бізнес-моделі (у тому числі масштабованість, розширення лінійки, зміна цін).

2) Зміна відмінного фактору існуючої бізнес-моделі (наприклад, зміна ціннісної пропозиції, поява в лінійці традиційних продуктів нових інноваційних, проривних).

3) Реплікація моделі в нових сферах (використання своєї бізнес-моделі у новому сегменті, нових ринках).

4) Включення інших моделей поглинань до портфелю компанії («вихід» в інші ніші за рахунок придбання або поглинання інших бізнес-моделей та розширення лінійки своїх товарів або послуг кардинально іншими товарами або послугами).

5) Виявлення існуючих можливостей та впровадження їх для створення нових моделей (визначаючи свої навички і можливості, компанії розвивають свої бізнес-моделі).

б) Внесення фундаментальних змін у модель (зміни організаційної структури, культури, цінностей компанії).

Зміни та трансформації бізнес-моделі можуть бути як незначні, так і більш фундаментальні.

Висновок

На основі дослідження концепції бізнес-моделювання, підходів до формування бізнес-моделей встановлено, що трансформація підприємств в умовах цифровізації економіки потребує аналізу і оцінки бізнес-моделі підприємства, яка формується з метою удосконалення процесу управління, привнесення ексклюзивності в управління, переходу на новий рівень.

У широкому сенсі прийнято розуміння бізнес-моделі як схеми функціонування бізнесу певної компанії, як схематичне відображення механізму ведення підприємством економічної діяльності.

На сьогоднішній день традиційні бізнес-моделі відкидаються або трансформуються, йде постійний пошук найбільш ефективних і актуальних бізнес-моделей. Визначено *традиційні бізнес-моделі*, притаманні більшості компаній галузі, відображають логіку типового для галузі повного циклу діяльності: проектування та розробка, виробництво продукції (послуги), просування на ринку, сервісне обслуговування, споживання та утилізація товару кінцевим споживачем.

В теперішній час розвиваються *інноваційні бізнес-моделі* із нетрадиційними підходами до управління та цінностями бізнесу. Вони характеризуються використанням принципово нових прогресивних технологій, переходом до випуску високотехнологічної продукції, прогресивними організаційними і управлінськими рішеннями в інноваційній діяльності, проведенням політики ресурсозбереження, інтелектуалізації всієї виробничої діяльності, цифровізації економіки, орієнтацією на безпосередньо задоволення потреб споживачів, спрямованість на стійкий розвиток, інклюзивність, екологічність тощо.

Зважаючи на проведені і попередні дослідження встановлено, що в умовах цифровізації економіки та дії воєнного стану в Україні бізнес-модель має бути: *інноваційною* – яка використовує інноваційні і ексклюзивні інструменти управління, у т.ч. на основі цифрових технологій; *змішаною* – орієнтованою на поліпшення процесів як в середині

організації, так і на процеси створення цінності для споживачів; *платформною* – використовувати у діяльності переваги цифрових платформ, впроваджувати платформну складову у існуючу бізнес-модель або тісно співпрацювати із іншими платформами; *адаптивною до загроз і викликів воєнного стану та війни* – швидко і своєчасно виявляти кризові і дестабілізуючі фактори, головні тренди розвитку, швидко впроваджувати стабілізуючі заходи для розвитку і ефективного функціонування; *передбачати масштабування* – розвиток на нових ринках, зокрема завдяки платформній складовій у бізнес-моделі.

Література

1. Швиданенко Г.О., Ревуцька Н.В. Формування бізнес-моделі підприємства: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2013. 423 с.
2. Скриль В.В. Бізнес-моделі підприємства: еволюція та класифікація. Економіка та суспільство. № 7. 2016. С. 490-497.
3. McKinsey 7S Model . A tool that analyzes a company's «organizational design» . CFI Team. 2023. URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/mckinsey-7s-model/>
4. Kenton W. How to Use the McKinsey 7-S Model for Strategic Planning, 2022. URL: <https://www.investopedia.com/terms/m/mckinsey-7s-model.asp>
5. Белостоцкая Н. Бизнес-модель Остервальдера и Lean Canvas: неклассические подходы планирования. Инструкция по применению простых бизнес-моделей. URL: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/instrumenty-menedzhmenta/biznes-model-ostervaldera-i-lean-canvas-neklassicheskie-podkhody-planirovaniya/>
6. Клепа Є. Аналіз бізнес моделі. Онлайн навчання за освітньо-грантовою, спрямованою на розвиток жіночого підприємництва «Початок». Дія Бізнес. URL: <https://www.pochatokua.com/>

Формування цифрових компетенцій співробітників

д. е. н., проф. Булеєв І. П.

к. е. н. Бриль І. В.

Інститут економіки промисловості НАН України

Особливості розвитку сучасної економіки та світу загалом зумовлені процесами переходу до економіки знань та інформаційного суспільства і посилення цифрової трансформації в усіх сферах життя.

Розвиток цифрового середовища та глобальної мережі охоплює сьогодні практично всі сфери життя. При прийнятті на роботу ключовим є володіння людиною цифровими навичками, які дають можливість швидко і ефективно розуміти задачі та виконувати поставлені завдання, бути успішною, вміти вчасно використовувати потенційні можливості. Тому особливого значення набувають питання розвитку та формування сучасних цифрових компетенцій.

Цифровий розвиток передбачає виконання комплексу завдань, що позитивно вплинуть на економіку, бізнес, суспільство та життєдіяльність країни в цілому, а також створення і використання ефективних механізмів стимулювання трансформації цифрових підприємств [1].

Основними цілями цифрового розвитку є:

- прискорення економічного зростання та залучення інвестицій;
- трансформація секторів економіки в конкурентоспроможні та ефективні;
- технологічна і цифрова модернізація промисловості та створення високотехнологічних виробництв;
- доступність для громадян переваг і можливостей цифрового світу;

- реалізація людського ресурсу, розвиток цифровізації промислового виробництва та цифрового підприємництва.

Цифрова компетентність є ключовою компетентністю в умовах четвертої промислової революції. Цей термін включає в себе впевнене, критичне та відповідальне використання і взаємодію з цифровими технологіями для навчання, роботи та участі у суспільному житті. Вона охоплює такі поняття як інформаційна грамотність та медіаграмотність, комунікація та співпраця, створення цифрового контенту (включаючи програмування), безпека (включаючи захист персональних даних у цифровому середовищі та кібербезпеку), а також розв'язання інших різнопланових проблем.

Сьогодні в Україні розвиток цифрових технологій охоплює майже всі сфери суспільного та економічного життя, та темпи реалізації цифрової трансформації в окремих сферах обмежені недостатнім рівнем розвитку цифрових компетентностей значної кількості громадян країни.

Згідно даних індексу людського розвитку та мереживної готовності Україна посідає 77 та 50 місце відповідно за результатами 2022 року [2].

Індекс людського розвитку (ІЛР) / Human Development Index (HDI) – це комбінований показник, що характеризує розвиток людини у країнах та регіонах світу. Індекс щорічно розраховується експертами Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) спільно з групою незалежних міжнародних експертів, які використовують у своїй роботі, поряд з аналітичними розробками, статистичні дані національних інститутів та міжнародних організацій.

Індекс людського розвитку є комплексним показником рівня життя людини в тій чи іншій країні, тому іноді його використовують як синонім таких понять як «якість життя» або «рівень життя». Індекс вимірює досягнення країни з погляду стану здоров'я, здобуття освіти та фактичного доходу її громадян, за трьома основними напрямками, для яких оцінюються свої індекси:

- Індекс очікуваної тривалості життя: здоров'я та довголіття, що вимірюються показником середньої очікуваної тривалості життя при народженні.

- Індекс освіти: доступ до освіти, що вимірюється середньою очікуваною тривалістю навчання дітей шкільного віку та середньою тривалістю навчання дорослого населення.
- Індекс валового національного доходу: гідний рівень життя, що вимірюється величиною валового національного доходу (ВНД) на душу населення в доларах США за паритетом купівельної спроможності (ПКС).

Таблиця 1

Рейтинг країн світу за індексом людського розвитку (2021-2022)

№ з/р	Країна	ІЛР
1	Швейцарія	0,962
2	Норвегія	0,961
3	Ісландія	0,959
4	Гонконг	0,952
5	Австралія	0,951
6	Данія	0,948
7	Швеція	0,947
8	Ірландія	0,945
9	Германія	0,942
10	Нідерланди	0,941
77	Україна	0,773

Ці три виміри стандартизуються у вигляді числових значень від 0 до 1, середнє геометричне яких є сукупним показником ІЛР в діапазоні від 0 до 1. Потім держави ранжуються на основі цього показника.

Україна за даним індексом посідає 77 позицію (ІЛР-0,773) (табл. 1). Для порівняння Росія посідає 52 місце (ІЛР-0,822), Казахстан – 56 місце (ІЛР-0,811), Білорусь – 60 місце (ІЛР-0,808), а всього у рейтингу 2022 року 191 позиція і останню посідає Південний Судан з ІЛР – 0,385.

У дослідженні індексу мереживної готовності 2022 року розглядалася 131 країна (табл. 2). На осінньому 131 місці опинився Чад (20,12), Росія посіла 40 місце (59,54), Казахстан – 58 місце (52,46) [3].

Серед причин таких позицій України названо відставання за такими складовими: низький рівень використання ІКТ урядом; низька ефективність українських законотворчих органів; судової системи; проблеми з захистом інтелектуальної власності тощо. Також факторами, що стримують розвиток цифровізації в Україні, є низький рівень освоєння нових технологій бізнесом, значний рівень використання піратського програмного забезпечення, недостатня доступність новітніх технологій та кількість інтернет-користувачів, невисока кількість домогосподарств, обладнаних доступом до Інтернет, передплачених користувачів широкосмугового Інтернету, недостатній рівень розвитку цифрових компетенцій.

Таблиця 2

Рейтинг країн світу за індексом мереживної готовності у 2022 р.

Portulans Institute: Networked Readiness Index 2022.

№ з/р	Країна	Індекс
1	Сполучені Штати Америки	80,30
2	Сінгапур	79,35
3	Швеція	78,91
4	Нідерланди	78,82
5	Швейцарія	78,45
6	Данія	78,26
7	Фінляндія	77,90
8	Германія	76,11
9	Південна Корея	75,95
10	Норвегія	75,68
50	Україна	55,71

Цифровий напрямок розвитку України підтримується державою та суспільством, про що свідчить прийняття ряду важливих нормативно-правових документів на державному рівні, зокрема, розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р [4] «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України

на 2018- 2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації» (Офіційний вісник України, 2018 р., № 16, ст. 560), постанова Кабінету Міністрів України від 12 червня 2020 р. № 471 «Про затвердження Програми діяльності Кабінету Міністрів України» (Офіційний вісник України, 2020 р., № 50, ст. 1571), достатньо ефективна розробка цифрового додатку Дія, тощо. У зв'язку із стрімким зростанням впровадження цифрових технологій в усі галузі та сфери суспільного життя, формування цифрових компетентностей громадян набуває особливого значення, а завдання з розробки Рамки цифрових компетентностей для громадян України набуває високої актуальності.

Розглянемо деякі терміни в Рамці, що вживаються в такому значенні:

- цифрова компетентність – є ключовою в умовах четвертої промислової революції. Цей термін включає в себе впевнене, критичне та відповідальне використання і взаємодію з цифровими технологіями для навчання, роботи та участі у суспільному житті. Вона охоплює такі поняття як інформаційна грамотність та медіаграмотність, комунікація та співпраця, створення цифрового контенту (включаючи програмування), безпека (включаючи захист персональних даних у цифровому середовищі та кібербезпеку), розв'язання різнопланових проблем і навчання впродовж життя;
- цифрова технологія – будь-який продукт, за допомогою якого можна створювати, переглядати, розповсюджувати, змінювати, зберігати, вибирати, передавати і отримувати інформацію електронними засобами у цифровій формі;
- цифрове середовище – це сукупність технічних засобів для реалізації інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), включаючи Інтернет, мобільні та пов'язані з ними технології, пристрої, цифрові мережі, які використовуються для забезпечення взаємодії між користувачами та забезпечення доступу для публікації створеного контенту. У системі DigComp термін «цифрове середовище» використовується як фон для цифрових дій без зазначення конкретної технології чи конкретного засобу;
- цифровий зв'язок – засіб комунікації між користувачами за допомогою цифрових технологій. Існують різні способи зв'язку: синхронний зв'язок (зв'язок у реальному часі, зокрема у вигляді

ZOOM, Skype-конференції, відеочату чи технології Bluetooth) та асинхронний зв'язок (передача повідомлень за допомогою електронної пошти, форуму для надсилання повідомлень, СМС-повідомлень) з використанням режимів «один до одного», «один до багатьох» або «багато до багатьох»;

- цифровий контент – це інформація, яка виробляється та постачається у цифровій формі, використання або споживання якої обмежене технічними (комп'ютерними) пристроями. Цифровий контент зберігається на цифровому або аналоговому носії у певних форматах. Форми цифрового контенту включають інформацію, яка передається в цифровому форматі (текст, графіка, зображення, відео, музика, мультимедіа, веб-сторінки тощо), або в потоці (потоківі мультимедіа, які безперервно отримуються користувачем від провайдера потокового мовлення і застосовуються як до інформації, поширюваної через телекомунікації, так і до інформації, яка спочатку поширювалася за допомогою потокового мовлення (радіо чи телебачення), або непотокового (книги, відеокасети, аудіо CD)), або міститься у файлах комп'ютера;
- цифрові послуги (державні або приватні) – послуги, що можуть надаватися за допомогою цифрового зв'язку, наприклад, Інтернету чи мережі мобільного зв'язку, та включати надання цифрової інформації (наприклад, даних або контенту), послуги розрахункового обслуговування. Вони можуть бути державними чи приватними, як електронне врядування, цифрові банківські послуги, електронна торгівля, музичні послуги (наприклад, Spotify), кінематографічні/телевізійні послуги (наприклад, Netflix) [5].

Використання Рамки сприяє досягненню таких цілей:

- створення державної або регіональної політики з питань розвитку цифрових навичок громадян та мешканців регіону, для планування освітніх та соціальних ініціатив з метою покращення стану;
- внесення доповнень та змін у професійні стандарти та посадові вимоги;
- створення програм навчання, тренінгів, освітніх ресурсів, спрямованих на підвищення рівня володіння цифровими компетентностями;

- створення професійних більш деталізованих рамок цифрових компетентностей для основних професійних груп різних галузей економіки, сільського господарства, державних службовців, працівників освіти, медичних працівників, підприємців тощо;
- приведення у відповідність методології та системного збору статистичних даних щодо рівня володіння цифровими компетентностями окремих верств населення;
- проведення тестування, опитування, сертифікації тощо;
- підготовки аналітичних звітів, прийняття рішень та планування заходів щодо підвищення рівня цифрової грамотності населення окремих регіонів, міст, територіальних громад тощо;
- громадських організацій, які займаються програмами підвищенні якості цифрових навичок окремих категорій громадян;
- самооцінки рівня володіння цифровими компетентностями, виявлення прогалин та підвищення рівня власної цифрової компетентності громадянами України.

«Цифрова» грамотність (або «цифрова» компетентність) визнана ЄС однією з 8 ключових компетенцій для повноцінного життя та діяльності. У 2016 року ЄС було представлено оновлений фреймворк Digital Competence (DigComp 2.0) [6], що складається з основних 5 блоків компетенцій та 21 компетенції, що до них входять:

1. Інформаційна грамотність та грамотність щодо роботи з даними.

1.1 Вміння шукати, фільтрувати дані, інформацію та цифровий контент.

1.2 Вміння оцінювати дані, інформацію та цифровий контент.

1.3 Вміння використовувати та управляти даними, інформацією та цифровим контентом.

2. Комунікація та взаємодія.

2.1 Вміння спілкуватися через використання цифрових технологій.

2.2 Вміння ділитися інформацією завдяки використанню цифрових технологій.

2.3 Вміння контактувати із суспільством, користуватися державними та приватними послугами завдяки використанню цифрових технологій.

2.4 Вміння взаємодіяти завдяки використанню цифрових технологій.

2.5 Знання «нетикету» (від англ. network та etiquette), володіння правилами поведінки та етикету в цифровому середовищі.

2.6 Управління цифровою ідентичністю, вміння створювати та управляти аккаунтами.

3. Цифровий контент.

3.1 Створення цифрового контенту.

3.2 Вміння змінювати, покращувати, використовувати цифровий контент задля створення нового контенту.

3.3 Обізнаність щодо авторських прав та політики ліцензування відносно даних, інформації та цифрового контенту.

3.4 Програмування, вміння писати програмний код.

4. Безпека.

4.1 Вміння захистити пристрої та контент, знання заходів безпеки, розуміння ризиків та загроз.

4.2 Захист персональних даних та приватності.

4.3 Охорона здоров'я, знання та навички для збереження свого здоров'я та інших з точки зору як екології використання цифрових технологій, так і ризиків, загроз безпеці громадян.

4.4 Захист навколишнього середовища, розуміння впливу цифрових технологій на екологію, навколишнє середовище, з точки зору їх утилізації, а також їх використання, що може нанести шкоду, наприклад, об'єктам критичної інфраструктури тощо.

5. Вирішення проблем.

5.1 Вміння вирішувати технічні проблеми, що виникають із комп'ютерною технікою, програмним забезпеченням, мережами і т.д.

5.2 Вміння визначати потреби та знаходити відповідні технічні рішення, або пристосовувати цифрові технології до власних потреб.

5.3 Креативне користування, або вміння завдяки цифровим технологіям створювати знання, процеси та продукти, індивідуально або колективно, з метою вирішення повсякденних життєвих та професійних проблем і т.д.

5.4 Вміння самостійно визначати потребу в отриманні додаткових нових цифрових навичок.

За аналогією з IQ або EQ, які використовуються для вимірювання рівня загального та емоційного інтелекту, навички щодо «цифрових» технологій – це DQ (Digital Quotient), тобто «цифровий» інтелект.

Digital Quotient містить 3 рівні:

- «цифрове» громадянство, використання цифрових технологій у повсякденному житті, для взаємодії один з одним, спілкування, перегляду цифрового контенту і т. д;
- «цифрова» творчість, використання цифрових технологій для створення контенту, медіа, застосувань тощо;
- «цифрове підприємництво», використання цифрових технологій для бізнесу, професійної діяльності і т. ін. [7, с. 34-36].

При розробці української рамки цифрових компетентностей для громадян використаний підхід, що передбачає адаптацію кращих європейських рамок цифрових компетентностей, а також відповідні нормативні та науково-методичні засади, що вироблені в Україні, та враховують основні положення в цьому напрямі:

- формування компетентностей є результатом взаємодії багатьох різноманітних чинників;
- сучасне життя водночас вимагає від людини набуття певного набору, комплексу компетентностей, які називаються ключовими;
- вибір найважливіших компетентностей (у тому числі – цифрових) має відбуватися з урахуванням актуальних світоглядних ідей, культурного, економічного, технологічного, освітнього й інших контекстів українського суспільства та індивідуума, їх взаємодії;
- на відбір та ідентифікацію основних компетентностей впливають суб'єктивні чинники, пов'язані з самою особистістю: вік, стать, соціальний статус тощо;
- визначення та відбір компетентностей потребує широкого обговорення серед різних фахівців та представників різноманітних соціальних груп.

Згідно “Опису Рамки цифрової компетентності для громадян України”, в якому наведено опис Рамок, що адаптовано до національних, культурних, освітніх та економічних особливостей України, Рамка містить 4 виміри, 6 сфер, 30 компетентностей та 6 рівнів володіння компетентностями [5; 8].

Розглянувши Рамки детально, розроблено таблицю змісту базових елементів цифрових компетенцій співробітника (табл. 3).

Таблиця 3

Цифрові компетенції співробітника

Базові елементи	Зміст цифрових компетенцій
Знання	– правове забезпечення цифрових технологій, цифрової діяльності організації, підприємства, надання державних послуг громадянам та бізнесу в цифровому форматі; – програмні документи і пріоритети державної політики цифровізації країни; – використання відомчих інформаційно-аналітичних систем, які забезпечують збір, обробку, зберігання та аналіз даних; – системи управління державними інформаційними ресурсами, міжвідомчої взаємодії та електронного документообігу, взаємодії з громадянами та бізнесом; – правові та етичні принципи, що пов'язані із використанням цифрових технологій; – загальні питання у сфері забезпечення цифрової безпеки та систем інформаційної безпеки.
Вміння	– використання цифрових технологій для виконання співробітниками своїх службових обов'язків; – робота з міністерськими та відомчими базами даних і державними електронними інформаційними ресурсами; – захист інформації, змісту виробничих процесів, особистих даних; – робота з відомчими інформаційно-аналітичними системами, програмним забезпеченням та цифровими платформами; – комунікація та взаємодія в цифровому суспільстві в межах повноважень співробітника; – аналіз, порівняння та критична оцінка достовірності і надійності джерел даних, інформації та цифрового контенту.
Навички	– використання комп'ютерних та мобільних пристроїв, Інтернету та онлайн застосунків, захист пристроїв; – використання базового програмного забезпечення та електронних інформаційних ресурсів; – управління даними, інформацією, розробка та управління цифровим контентом, первинні навички програмування; – використання е-послуг, е-підпис;

Базові елементи	Зміст цифрових компетенцій
	– вміння комунікації та співпраці за допомогою цифрових технологій з службовцями, громадянами, бізнесом.
Цифровий етикет	– розвиток та підтримка цифрової культури на підприємстві; – дотримання правових та етичних норм співробітника в колективі та при роботі з партнерами; – дотримання правил та норм поведінки співробітника у комунікативних процесах цифрового формату професійної діяльності; – нерозголошення інформації щодо персональних даних фізичних чи юридичних осіб, конфіденційної та іншої інформації з обмеженим доступом; – передача інформації з відомчих баз даних в межах повноважень та відповідно до державного законодавства; – використання державних електронних інформаційних ресурсів та внутрішньої інформації підприємства не завдаючи шкоди навколишньому середовищу чи здоров'ю людей; – утримуватися від поширення інформації, в цифровому просторі, що може завдати шкоди репутації державних органів та органів місцевого самоврядування, партнерів чи конкурентів підприємства; – основні правила кібербезпеки (ліцензійне ПЗ, антивірусне ПЗ, резервне копіювання даних, надійні паролі).

Проведене дослідження дозволило визначити, що в роботі роботодавці виділяють такі найбільш затребувані компетенції: цифрові навички, креативність мислення та вирішення проблем, вміння взаємодіяти з іншими людьми, усвідомленість та управління собою, навченість та відкритість новому.

Високо цінуються загальні для всіх фахівців цифрової сфери базові компетенції та навички: володіння англійською мовою, ділова комунікація, управління проектами, робота в команді, навички у сфері бізнесу та підготовки презентацій, аналітичне мислення, орієнтація на результати, управління часом.

До цифрових компетенцій відносять загальні навички роботи на персональному комп'ютері, навички роботи з електронними документами, Інтернет обізнаність, знання основних офісних програм [9].

Система рівнів кваліфікації для цифрових компетенцій включає основні категорії:

- комунікаційні навички;
- навички навчання із використанням цифрових інструментів;
- навички роботи із програмним забезпеченням;
- навички управління інформацією та даними;
- навички вирішення завдань у цифровому середовищі.

Цифрові навички у якості цифрових компетенцій дозволяють використовувати пристрої, послуги та програми. Займатися пошуком інформації в Інтернеті, спілкуватися в месенджерах, замовляти продукти чи послуги у додатках, сплачувати послуги ЖКГ, засоби медичного обстеження тощо. На цьому рівні можуть виконуватися прості завдання за допомогою цифрових інструментів самостійно або під керівництвом.

Висновки. В роботі доведено перевагу цифрових компетенцій у визначенні рівня та підвищення якості людського капіталу підприємства, що полягають: у визначенні рівня цифрової, інформаційної та медіа грамотності; комунікативних навиках та співпраці; обізнаності заходів захисту персональних даних в цифровому середовищі; кібербезпеці; вмінні створювання цифрового контенту; самореалізації, професійному та саморозвитку у цифровому середовищі тощо, якість яких сприятиме ефективності людського капіталу екосистеми підприємства.

Вимір цифрових компетенцій відбувається за визначенням їх сфери, назви, та за напрямками, що дозволяють дослідити ефективність людського капіталу для підвищення конкурентоспроможності підприємства:

- використання Інтернету та онлайн застосунків, управління цифровою ідентичністю;
- самореалізація у цифровому суспільстві;
- авторське право та ліцензії, творче використання цифрових технологій;
- цифрове громадянство, використання е-послуг, Е-підпис, правові та етичні норми, мережевий етикет;
- захист персональних даних та приватності, безпека в Інтернеті;
- професійний та саморозвиток у цифровому середовищі тощо.

Визначено, цифрові компетенції – вміння користуватися цифровими технологіями, що дозволяє більш ефективно набувати компетенцій в інших сферах: вивчення мови, предметів, професій та ін., досліджуються за рівнями. Рівні володіння цифровими компетентностями вказують на певний мінімально необхідний набір знань, умінь і навичок людини, якими вона повинна володіти залежно від посади чи поставленої перед нею задачі. Реальний рівень володіння певними компетентностями визначається тестуванням за відповідними змістовними навчальними модулями, і може бути базовим (A_1, A_2), середнім (B_1, B_2) та високим (C_1, C_2), що дозволить встановити вартість та ефективність людського капіталу, яка може змінюватися в залежності від сфери, галузі та умов виробництва.

Література

1. Buleev I., Bryukhovetskaya N., Bryl I. and Bryukhovetsky Y. Chapter 5. Creating Effective Mechanisms for Stimulating Entrepreneurial Activity in the Context of Transforming Digital Enterprises. (Монографія). Scopus. Recent Trends in Business and Entrepreneurial Ventures, November 13, 2023. 302 p. DOI: <https://doi.org/10.52305/KZZV1105>
2. Индекс человеческого развития / Гуманитарный портал: Исследования // Центр гуманитарных технологий, 2006–2023 (последняя редакция: 29.10.2023). Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/ratings/human-development-index0>
3. Рейтинг стран мира по Индексу сетевой готовности / Гуманитарный портал: Исследования // Центр гуманитарных технологий, 2006–2023 (последняя редакция: 14.10.2023). Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index>
4. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації, від 17 січня 2018 р. № 67-р. Київ. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>
5. Опис Рамки цифрової компетентності для громадян України. Електронний ресурс. – Режим доступу: https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf
6. Структура цифрових компетенцій для громадян. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101254>
7. Розвиток цифрової компетентності педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти засобами інформаційно-комунікаційних технологій. / Івашев Є.В., Сахно О.В., Грядуща В.В., Денисова А.В., Лукіянчук А.М., Удовик С.І. Біла Церква: БІНПО, 2021. 258 с.

8. Рамка цифрових компетентностей для громадян України. Проект. Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://fit.knu.ua/wp-content/uploads/2020/07/DigComp-Framework-UA-for-Citizens.pdf>
9. Цифрові компетенції як умова формування якості людського капіталу : аналіт. зап. / [В. С. Куйбіда, О. М. Петроє, Л. І. Федулова, Г. О. Андрощук]. – Київ : НАДУ, 2019. – 28 с.

Маніпуляція в епоху штучного інтелекту: виклики та можливості

к. е. н. Логвіненко Б. І.

Інститут економіки промисловості НАН України

Уся економіка – це пошук балансу, а економічні взаємодії є побудовою взаємовигідних умов існування. Так чи інакше в сучасному світі, зростання ролі програмного забезпечення на основі штучного інтелекту в економіці відкриває нові можливості для підвищення продуктивності, оптимізації бізнес-процесів та забезпечення доходу власників цих продуктів [1].

Проте, варто проаналізувати, чи є взаємовигідними чи маніпулятивними саме ці економічні взаємодії, що і буде предметом обговорення в даній статті.

Описуючи економічні взаємодії між користувачами програмного забезпечення на основі штучного інтелекту та їх власниками, варто звернути увагу на важливість створення взаємовигідних умов існування. Користувачі отримують доступ до інноваційних рішень, персоналізованих послуг та покращеної продуктивності завдяки використанню програмного забезпечення на основі штучного інтелекту. У свою чергу, власники цих продуктів мають можливість отримувати дохід завдяки платі за послуги, продажу даних або інших моделей монетизації.

В журналі [2] визначено, що ці технології забезпечують ефективність, персоналізацію та зручність для користувачів. Втім, існує ризик залежності та маніпулятивного впливу з боку програмних продуктів. З метою забезпечення успішної взаємодії з штучним інтелектом у

економічних взаємодіях, необхідно бути обережними та свідомими користувачами.

Серед науковців, які досліджували питання маніпуляції штучного інтелекту J. Mars [3], який довів ефективність штучного інтелекту залежить від правильного впровадження та оптимізації комп'ютерних алгоритмів та архітектур. Результати його дослідження надають важливі вказівки щодо вдосконалення технічних засобів, що використовуються в системах штучного інтелекту, з метою забезпечення більш точного, швидкого та ефективного функціонування.

Інші вчені, такі як R. Smith [4] і K. Johnson [5], зосередились на етичних аспектах використання штучного інтелекту. В їх роботах було виявлено, що використання штучного інтелекту повинно враховувати принципи справедливості, конфіденційності та захисту даних користувачів. Вони підкреслили важливість розробки етичних норм та правил, щоб запобігти можливому зловживанню і маніпуляції з використанням штучного інтелекту.

В той же час, роботи вчених, таких як J. Mars [6], R. Smith [7] і K. Johnson [8], розглядають розвиток та використання штучного інтелекту. Вони підкреслюють значення технічних та етичних аспектів в цій сфері, що сприяє досягненню більшого рівня продуктивності, безпеки та ефективності у використанні систем штучного інтелекту.

Регулювання та етика використання штучного інтелекту [9] є важливими аспектами, які сприяють створенню взаємовигідних умов для всіх сторін. Застосування етичних стандартів та встановлення відповідних правил можуть забезпечити захист інтересів користувачів, підвищити довіру та забезпечити стійкий розвиток штучного інтелекту у сфері економіки.

Тому, хоча використання штучного інтелекту має свої переваги та можливості для економічних взаємодій, важливо зберігати свідомість про ризики та етичні аспекти. Активне врахування цих факторів допоможе забезпечити високий рівень безпеки, взаємовигідності та стійкий прогрес у сфері штучного інтелекту [10].

В свою чергу програмне забезпечення на основі штучного інтелекту також забезпечує прогнозування та аналіз даних, що дозволяє власникам програм впроваджувати стратегії, спрямовані на ефективне використання ресурсів та максимізацію прибутку. З врахуванням штучного

інтелекту, такі програми можуть прогнозувати ринкові тенденції, зміни попиту та поведінку користувачів, допомагаючи власникам підтримувати конкурентоспроможність та адаптуватися до змін в економічному середовищі.

Поняття та сутність економічних взаємодій: Згідно економічної енциклопедії [11] поняття економічних взаємодій це сукупність взаємозв'язків та взаємодій між людьми, організаціями та програмними продуктами, які виникають у процесі виробництва, розподілу, обміну та споживання цих продуктів. Тобто в контексті теми варто зазначити що, економічні взаємодії виникають під час надання та споживання нематеріальних послуг, таких як консультації, підтримка користувачів та інші сервіси, пов'язані з програмним забезпеченням на основі штучного інтелекту.

Сутність економічних взаємодій у сфері програмного забезпечення полягає в установленні зв'язків, обміну ресурсами та створенні взаємовигідних умов існування між різними учасниками цього сектору.

В першу чергу, економічні взаємодії у сфері програмного забезпечення включають взаємодію між розробниками програмних продуктів та їх клієнтами. Розробники пропонують свої продукти на ринку, а клієнти відповідають на це запитом на певні програмні рішення. Це взаємодія заснована на обміні товаром (програмним продуктом) на гроші (оплата вартості програмного продукту).

В той же час, економічні взаємодії в сфері програмного забезпечення охоплюють співробітництво та партнерство між різними компаніями та організаціями. Це можуть бути угоди про спільний розвиток технологій, обмін технічними знаннями та ресурсами, а також партнерські програми та стратегічні альянси для спільного розвитку та забезпечення конкурентоспроможності [12].

Згідно автору [13] у цифровому капіталізмі існує суперечність між мережевими цифровими продуктивними силами і класовими взаємодіями. Мережеві цифрові технології створюють нові форми комодифікації та експлуатації, а також нові проблеми для накопичення. Однак цифрова інформація як товар також має властивості, які противляться комодифікації.

Тобто автор [13] вказує на двоякість та суперечливість цифрового капіталізму. З одного боку, цифрові технології, включаючи програмне

забезпечення, дозволяють створювати нові продуктивні сили та можливості комодифікації та експлуатації. З іншого боку, цифрова інформація, яка є центральною складовою програмного забезпечення, може мати особливості, які роблять її важкою для повної комерціалізації та відтворення як товару. Це вказує на потребу в дослідженні економічних взаємин у цій сфері, зокрема на вплив технологічного розвитку, комодифікації та експлуатації на накопичення капіталу і формування взаємовигідних умов існування.

За останні роки сектор штучного інтелекту (ШІ) пережив значний ріст і зацікавленість з боку інвесторів. Це підтверджується даними з рейтингу Forbes «ШІ 50» [14], щорічного списку найбільш багатобічяючих приватних компаній, що розвивають бізнес зі штучним інтелектом в основі. За даними 2023 року, компанії зі списку залучили вражаючу суму в \$27,2 млрд інвестицій. Варто зазначити, що серед цих інвестицій виділяється \$10 млрд, які компанія OpenAI отримала від Microsoft.

Хоча ринок штучного інтелекту демонструє значний ріст, все ж варто звернути увагу на проблему різноманітності серед учасників цього сектору. За оцінками, лише 12 компаній зі списку мають жінок-засновниць, з них лише п'ять виконують роль генеральних директорок. Поряд з цим, варто відзначити, що восьми компаніях засновники є темношкірими або латиноамериканцями, вказуючи на потенціал для подальшого розвитку різноманітності в цій галузі [15].

Загалом, надані дані підтверджують вагомість сектора штучного інтелекту, його здатність залучати інвестиції та постійний розвиток. Проте, існує потреба у більш широкій репрезентації гендерних та етнічних груп серед учасників цього сектору для забезпечення більш ефективного та різностороннього розвитку і застосування штучного інтелекту.

Розглянувши значний прогрес індустрії штучного інтелекту та його імпакт на ринок, наступним важливим аспектом для розгляду є аналіз взаємодії з користувачами. Одним із ключових аспектів успіху продуктів і рішень, що базуються на штучному інтелекті, є їх здатність ефективно спілкуватися з користувачами та задовольняти їх потреби [16].

Аналіз взаємодії з користувачами: Взаємодія користувачів з програмними продуктами, що базуються на штучному інтелекті, відіграє

важливу роль у покращенні їхнього досвіду та ефективності. Аналіз взаємодії з користувачами дозволяє розуміти їхні потреби, поведінку та вподобання, що допомагає виробникам програмного забезпечення оптимізувати та персоналізувати свої продукти [17].

Збір і аналіз даних про взаємодію з користувачами надає виробникам важливі інсайти, що допомагають вдосконалити продукт. Шляхом спостереження за взаємодією користувачів з ПЗ, можна виявити проблемні моменти, недоліки і можливості для покращення. Наприклад, аналіз часу взаємодії користувачів з програмними продуктами може вказати на ті моменти, коли вони витрачають надто багато часу на виконання певних завдань, що може свідчити про неефективність або складність інтерфейсу [18].

Зібрана інформація також допомагає виробникам ПЗ розуміти інтереси та потреби своїх користувачів. Вони можуть відстежувати інтеракції з різними функціями продукту, що дозволяє зрозуміти, які функції є найбільш популярними та корисними для користувачів. Це дає можливість зосередитися на розвитку та поліпшенні цих функцій для задоволення потреб аудиторії.

Одним з ключових факторів, який спонукає користувачів надавати особисту інформацію про себе та свої інтереси, є персоналізація. Користувачі розуміють, що шляхом надання такої інформації вони можуть отримати більш індивідуальні та налаштовані під їхні потреби послуги. Наприклад, на основі аналізу інтересів користувача ПЗ може рекомендувати вміст, продукти або послуги, які відповідають їхнім особистим вподобанням [19].

Отже, аналіз взаємодії з користувачами виявляється потужним інструментом для виробників програмного забезпечення, дозволяючим їм покращити свої продукти та надати більш індивідуальний та задовольняючий досвід користувачам.

Здавалося б, що користувачі надають значну кількість особистої інформації про себе та свої інтереси добровільно. Це може бути пояснено декількома причинами. По-перше, користувачі можуть бачити вигоду в особистійзованому досвіді та покращенні функціональності продукту, що базується на їхніх інтересах та потребах. По-друге, деякі користувачі можуть вірити, що надання такої інформації допоможе покращити алгоритми та роботу ПЗ для загального користувача. Крім того,

надання деякої особистої інформації може бути необхідним для використання певних функцій або послуг, що пропонуються [20].

Одна з причин полягає в тому, що користувачі розуміють, що надання особистої інформації може призвести до отримання персоналізованого та кращого обслуговування. Згідно зі звітом Accenture, 91% споживачів зазначили, що вони більше схильні співпрацювати з компаніями, які пропонують рекомендації та пропозиції, враховуючи їхні індивідуальні потреби та вподобання [21].

Дослідження також показують, що користувачі вважають свою особисту інформацію цінною валутою, яку вони можуть обміняти на покращений досвід. За даними звіту *Salesforce*, 63% споживачів стверджують, що вони готові надати особисту інформацію, якщо це призведе до персоналізованого досвіду використання продукту.

Згідно зі звітом PwC, 86% мілленіалів (людей віком від 18 до 34 років) та 77% споживачів загалом заявили, що вони готові поділитися своєю особистою інформацією з компаніями, якщо це призведе до поліпшення їхнього досвіду використання продукту або послуги [22].

За даними розділу "Privacy and Information Sharing" звіту *Deloitte Global Mobile Consumer Survey*, 57% користувачів мобільних пристроїв стверджують, що вони надають свою особисту інформацію, щоб отримати доступ до персоналізованих послуг.

Звіт *Salesforce* також показує, що 62% споживачів готові поділитися своєю особистою інформацією для отримання рекомендацій та пропозицій, які відповідають їхнім індивідуальним потребам [23].

Ці статистичні дані свідчать про те, що користувачі мають позитивну настанову до надання своєї особистої інформації, оскільки вони бачать це як засіб отримати персоналізовані та кращі продукти та послуги. Це відкриває можливості для виробників ПЗ аналізувати ці дані та створювати більш індивідуалізовані та задовольняючі потреби користувачів рішення.

Програмне забезпечення (ПЗ), що базується на штучному інтелекті, здатне збирати різноманітні дані про користувачів. Ці дані відіграють важливу роль у виробництві персоналізованих рішень та поліпшенні досвіду користувачів. Ось кілька видів даних, які збирає ПЗ про користувачів [24]:

Інтереси: ПЗ може аналізувати активності та взаємодію користувачів з різними контентом, включаючи перегляди статей, відео, музики тощо. На основі цих даних виробники ПЗ можуть розуміти інтереси користувачів та пропонувати зміст, що відповідає їхнім уподобанням.

Час взаємодії з ПЗ: ПЗ може фіксувати тривалість та час взаємодії користувачів з додатком або веб-сайтом. Це дозволяє виробникам зрозуміти, наскільки користувачі зацікавлені та залучені до продукту, і покращити його ефективність та користувацький досвід.

Інтенціональна спрямованість: Шляхом аналізу взаємодії з ПЗ, виробники можуть отримати інформацію про наміри користувачів, їхні дії та взаємодію з функціями продукту. Це дозволяє розуміти, як користувачі намагаються використовувати ПЗ та як їм можна допомогти досягти їхніх цілей.

Географічні дані: ПЗ може отримувати доступ до географічних даних користувачів, наприклад, місцезнаходження, часові зони тощо. Це дає змогу виробникам адаптувати продукт до конкретних географічних контекстів та надавати місцеві послуги та рекомендації.

Поведінкові дані: ПЗ може відстежувати поведінку користувачів у системі, таку як кліки, прокрутка, взаємодія з елементами інтерфейсу. Ці дані дозволяють виробникам аналізувати способи використання продукту та виявляти можливі проблеми або можливості для поліпшення.

Продовжуючи нашу дослідження, перейдемо до практичного аспекту і пояснимо реальну роботу в цій сфері. Штучний інтелект використовується для створення програмних продуктів, які мають здатність навчатися та адаптуватися до змінних умов. За допомогою алгоритмів машинного навчання та нейронних мереж, системи штучного інтелекту можуть аналізувати великі обсяги даних, розпізнавати закономірності та здійснювати прогнозування.

Соціальні мережі: Платформи, такі як Facebook, Instagram, Twitter та LinkedIn, збирають дані про користувачів, їхні інтереси, популярні публікації, друзі та зв'язки. Ці дані використовуються для персоналізації стрічки новин, рекомендацій друзів та рекламних пропозицій.

Онлайн-магазини: Платформи, такі як Amazon, eBay та Alibaba, використовують дані користувачів про їхні покупки, перегляди товарів та

пошукові запити для надання персоналізованих рекомендацій, пропозицій зі знижками та покращення користувацького досвіду покупок.

Музичні стрімінгові сервіси: Платформи, такі як Spotify, Apple Music та Deezer, збирають дані про вподобання користувачів, їхні улюблені жанри, виконавців та плейлисти. Ці дані використовуються для рекомендацій нових пісень, створення персоналізованих міксів та підвищення задоволення користувачів від музичного контенту.

Онлайн-пошукові системи: Платформи, такі як Google, Bing та Yahoo, збирають дані про пошукові запити користувачів, переглянуті сторінки та розташування. Ці дані використовуються для покращення релевантності пошукових результатів, персоналізації рекламних оголошень та прогнозування потреб користувачів.

Месенджери та електронна пошта: Платформи, такі як WhatsApp, Telegram, Gmail та Outlook, збирають дані про спілкування користувачів, контакти, відправлені повідомлення та вкладення. Ці дані використовуються для підтримки швидкого пошуку повідомлень, фільтрації спаму та пропозицій з покращення комунікації.

Тож, аналіз взаємодії з користувачами є важливим інструментом для розуміння та поліпшення досвіду користувачів у продуктах, що базуються на штучному інтелекті. Цей аналіз дозволяє виробникам програмного забезпечення краще розуміти потреби, поведінку та вподобання користувачів. За допомогою цієї інформації вони можуть оптимізувати продукт, покращити його функціональність та персоналізацію, а також забезпечити високу якість обслуговування.

Користувачі надають значну кількість особистої інформації про себе та свої інтереси добровільно. Це пояснюється рядом факторів, таких як відчуття комфорту із спільнотою користувачів, бажання отримати персоналізовані рекомендації та послуги, а також сприяння у поліпшенні продукту шляхом надання цінних даних. Це створює вигоду як для самого користувача, який отримує персоналізований та зручний досвід, так і для виробників ПЗ, які можуть вдосконалювати свої продукти та пропонувати кращі рішення, засновані на аналізі цих даних.

Може виникнути питання, яка користь звичайним користувачам від використання таких програмних продуктів:

звичайні користувачі отримують кілька значних вигод від надання особистої інформації та взаємодії з продуктами, що базуються на штучному інтелекті. Однією з основних переваг є персоналізація. Шляхом аналізу даних про користувачів, ПЗ може пропонувати індивідуально налаштовані рекомендації, рішення та послуги, що відповідають конкретним потребам та інтересам кожного користувача. Це дозволяє забезпечити більш зручний та приємний досвід використання продукту [25].

Регулювання та етика: З розвитком штучного інтелекту виникають різні небезпеки та виклики, які потребують регулювання та етичного розгляду. Однією з найбільших небезпек є потенційний вплив на приватність та безпеку користувачів.

Наприклад, збір та аналіз великих обсягів даних може порушити конфіденційність особистої інформації та викликати серйозні наслідки для користувачів. Згідно зі звітом компанії NortonLifeLock, у 2020 році понад 36 млрд записів з особистими даними були порушені через кібератаки. Такі порушення даних можуть призвести до крадіжки особистої інформації, шахрайства або навіть шкоди для фізичного та фінансового благополуччя користувачів [26].

Крім того, існує ризик виникнення алгоритмічної упередженості та дискримінації. Штучний інтелект може використовувати недостовірні або неправильно зібрані дані, що призводить до некоректних рішень та переваги певних груп або дискримінації інших. Згідно з дослідженням, проведеним Європейською комісією, алгоритмічна упередженість може призвести до нерівності у доступі до ресурсів та послуг, а також у питаннях зайнятості та кредитування.

Такі небезпеки потребують ретельного розгляду та регулювання, щоб захистити права, свободи та безпеку користувачів, а також забезпечити справедливість та етичність використання штучного інтелекту.

З розвитком штучного інтелекту виникають різні небезпеки та виклики, які потребують регулювання та етичного розгляду. Однією з найбільших небезпек є потенційний вплив на приватність та безпеку користувачів.

Наприклад, збір та аналіз великих обсягів даних може порушити конфіденційність особистої інформації та викликати серйозні

наслідки для користувачів. Згідно зі звітом компанії NortonLifeLock, у 2020 році понад 36 млрд записів з особистими даними були порушені через кібератаки. Такі порушення даних можуть призвести до крадіжки особистої інформації, шахрайства або навіть шкоди для фізичного та фінансового благополуччя користувачів [27].

Крім того, існує ризик виникнення алгоритмічної упередженості та дискримінації. Штучний інтелект може використовувати недостовірні або неправильно зібрані дані, що призводить до некоректних рішень та переваги певних груп або дискримінації інших. Згідно з дослідженням, проведеним Європейською комісією, алгоритмічна упередженість може призвести до нерівності у доступі до ресурсів та послуг, а також у питаннях зайнятості та кредитування.

Такі небезпеки потребують ретельного розгляду та регулювання, щоб захистити права, свободи та безпеку користувачів, а також забезпечити справедливість та етичність використання штучного інтелекту.

Висновок

Переваги використання таких продуктів полягають у їхній зручності, інтерактивності та персоналізації. Вони допомагають користувачам ефективно виконувати свої завдання, покращують досвід взаємодії та забезпечують високу якість обслуговування. Крім того, виробники програмного забезпечення отримують корисну інформацію про користувачів, що дозволяє їм краще розуміти їхні потреби та вподобання, оптимізувати продукт і покращувати його функціональність.

Проте, варто враховувати й недоліки використання таких сервісів. Залежність від програмних продуктів може стати проблемою, особливо якщо користувачі стають залежними від них та втрачають контроль над своїм часом та особистими даними. Маніпулятивні алгоритми та психологічні методи можуть бути використані для маніпулювання користувачами та впливу на їхнє поведінку. Також, існують ризики збору та використання особистих даних користувачів без їхньої належної інформованості та згоди.

Враховуючи ризики, пов'язані з використанням таких продуктів, варто бути уважним і вибірковим щодо їхнього використання. Користувачі повинні зважено оцінювати переваги та недоліки, враховуючи свої

потреби, цінності та особисту безпеку. Правильне і свідоме використання штучного інтелекту може допомогти досягти позитивних результатів і підвищити якість життя, проте необхідно зберігати контроль та баланс у взаєминах з цими технологіями.

Література

1. Грицина Л. А. Формування концепції корпоративної соціальної відповідальності підприємств у контексті циклічності розвитку світової економіки. Наука й економіка : наук.-теорет. журн. Хмельницький, 2013. Вип. 4 (32), т. 1. С. 251-254.
2. The workplace of the future (2018) The Economist Group Limited. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.economist.com/leaders/2018/03/28/the-workplace-of-the-future> (Дата звернення 22.06.2023)
3. Clarke, C., Peper, J., Krishnamurthy, K., Talamonti, W., Leach, K., Lasecki, W., Kang, Y., Tang, L., & Mars, J. (2022). One Agent To Rule Them All: Towards Multi-agent Conversational AI. In Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL 2022 Dublin, Ireland: Association for Computational Linguistics, pp. 3258–3267.
4. Johnson, D.W., Johnson, R.T. and Smith, K. (2014) Cooperative Learning: Improving University Instruction by Basing Practice on Validated Theory. In: Davidson, N., Major, C. and Michaelsen, L., Eds., Small-Group Learning in Higher Education: Cooperative, Collaborative, Problem-Based and Team-Based Learning. Journal on Excellence in College Teaching, 25(4). [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://personal.cege.umn.edu/~smith/docs/Johnson-Johnson-Smith-Cooperative_Learning-JECT-Small_Group_Learning-draft.pdf (Дата звернення 22.06.2023)
5. Johnson, D., & Johnson, R. (2015). Cooperative Learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. Journal on Excellence in College Teaching, 25, P. 85-118.
6. Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., Asadi Bagloee, S. (2019). Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview. Department of Civil and Construction Engineering, Swinburne University of Technology, Hawthorn, VIC 3122, Australia. Journal of Excellence in College Teaching, 25. 85-118 pp.
7. Barletta, V. S., Caivano, D., Gigante, D., & Ragone, A. (2023). A Rapid Review of Responsible AI frameworks: How to guide the development of ethical AI. In Proceedings of the 27th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '23), 358-367. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
8. Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., Amodei, D. (2018). The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation
9. Завадський, А. А. (2019). Використання штучного інтелекту в судових та правоохоронних системах: етичні чинники, світовий досвід. Порівняльно-аналітичне право–електронне наукове фахове видання юри-дичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 232.

10. Миронець, О. М., Мацюк, Е. О. (2022). Щодо правового забезпечення використання штучного інтелекту в сучасній Україні. Редакційна колегія, С. 94.
11. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / Редкол.: ...С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр "Академія", 2000. – 864 с.
12. Кравченко, А. О. (2023). Соціальна політика як чинник формування соціальної економіки держави. Редакційна колегія, 56.
13. Цифровий капіталізм і утопії Інтернету / Віталій Атанасов (ред.) – Київ: ЦСТД; Видавництво ТОВ "Видавничий Будинок "АВАНПОСТ-ПРИМ"", 2020. – 160 с.
14. 50 найперспективніших компаній, які будують бізнес на основі штучного інтелекту. Список Forbes. Forbes.ua. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://forbes.ua/ru/innovations/yak-topkompanii-zi-spisku-fortune-500-vitrachayut-milyardi-na-reklamu-na-spam-saytakh-zgenerovanikh-shtuchnim-intelektom-golovne-z-doslidzhennya-newsguard-26062023-14421>
15. Козловський, С. В., & Синегуб, П. С. (2023, February). Штучний інтелект як складова класифікації інтелектуального капіталу. In The 12th International scientific and practical conference "Modern research in world science" (February 26-28, 2023) SPC "Sci-conf.com.ua", Lviv, Ukraine. 2023. 1161 p. (p. 849).
16. Бриль, І. В. (2023, May). Штучний інтелект в реаліях сучасності. In The 17th International scientific and practical conference "System analysis and intelligent systems for management" (May 02–05, 2023) Ankara, Turkey. International Science Group. 2023. 482 p. (p. 66).
17. Klietk, T., Novak, A., & Lăzăroiu, G. (2022). Live Shopping in the Metaverse: Visual and Spatial Analytics, Cognitive Artificial Intelligence Techniques and Algorithms, and Immersive Digital Simulations. *Linguistic and Philosophical Investigations*, 21, 187-202.
18. Hopkins, E. (2022). Machine learning tools, algorithms, and techniques. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 10(1), 43-55.
19. Sufi, F. K. (2022). AI-GlobalEvents: A Software for analyzing, identifying and explaining global events with Artificial Intelligence. *Software Impacts*, 11, 100218.
20. Newman, J., Mintrom, M., & O'Neill, D. (2022). Digital technologies, artificial intelligence, and bureaucratic transformation. *Futures*, 136, 102886.
21. Cheng, X., Su, L., Luo, X., Benitez, J., & Cai, S. (2022). The good, the bad, and the ugly: Impact of analytics and artificial intelligence-enabled personal information collection on privacy and participation in ridesharing. *European Journal of Information Systems*, 31(3), 339-363.
22. Jakka, G., Yathiraju, N., & Ansari, M. F. (2022). Artificial Intelligence in Terms of Spotting Malware and Delivering Cyber Risk Management. *Journal of Positive School Psychology*, 6(3), 6156-6165.
23. Adhikari, N., Logeshwaran, J., & Kiruthiga, T. (2022). The Artificially Intelligent Switching Framework for Terminal Access Provides Smart Routing in Modern Computer Networks. *BOHR International Journal of Smart Computing and Information Technology*, 3(1), 45-50.

24. Турлакова С.С, Шуміло Я.М, Логвіненко Б.І. Особливості моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Економіка промисловості №2 (2023). Інститут економіки-промисловості НАН України.
25. Pham, K. T., Nabizadeh, A., & Selek, S. (2022). Artificial intelligence and chatbots in psychiatry. *Psychiatric Quarterly*, 93(1), 249-253.
26. Bélisle-Pipon, J. C., Monteferrante, E., Roy, M. C., & Couture, V. (2022). Artificial intelligence ethics has a black box problem. *AI & SOCIETY*, 1-16.
27. Karimian, G., Petelos, E., & Evers, S. M. (2022). The ethical issues of the application of artificial intelligence in healthcare: a systematic scoping review. *AI and Ethics*, 2(4), 539-551.

Аналіз сучасних методів оптимізації інвестиційного портфеля

асп. Порохнавець А. А.

к.е.н., доц. Яценко Р.М.

*Харківський національний економічний університет
імені Сємена Кузнеця*

1. Огляд сучасних методів оптимізації інвестиційного портфеля

Згідно з оглядом технологій штучного інтелекту у фінансах, існує три відмінні та різноманітні технології штучного інтелекту: машинне навчання, обробка природної мови та роботизована автоматизація процесів. В цілому їх інтеграцію можна проаналізувати на рис. 1.

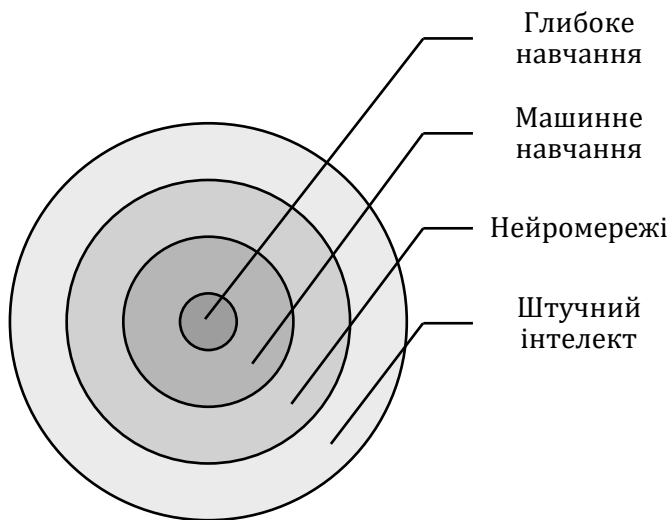


Рис. 1. Основні рівні штучного інтелекту [1]

Глибоке навчання – це набір алгоритмів машинного навчання, які моделюють абстракції високого рівня в даних із використанням архітектур, що складаються з декількох нелінійних перетворень

Машинне навчання – це частина загальної області, що дає змогу комп’ютерним системам навчатися на даних і покращувати свої результати без явного програмування.

Нейромережі – це математична модель, яка імітує структуру та функціонування біологічних нейронних мереж з метою вирішення різноманітних задач, таких як класифікація, регресія, прогнозування та генерація.

Штучний інтелект – це галузь інформатики, що зосереджена на створенні розумних машин або систем, які здатні виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту.

Системи штучного інтелекту розробляються для навчання на власному досвіді, виявлення закономірностей та прийняття рішень на основі вхідних даних. В цілому, необхідно пам’ятати, що нейромережами не можливо замінити машинне навчання, адже існують принципові розбіжності в ототожненні даних термінів.

Зокрема на рис. 2 наведено порівняння аналітичних здібностей машин за категоріями штучного інтелекту, що дозволить зрозуміти карту світу машинного навчання та розібратися в математичних методах, що застосовуються для вирішення певних інвестиційних задач.

Машина може	Машина НЕ може
• передбачати • запам’ятовувати • відтворювати • вибрати найкраще	• створювати нове • вийти за рамки завдання • різко порозумнішати

Рис. 2. Порівняння аналітичних здібностей машин за категоріями штучного інтелекту [1]

В цілому, машинне навчання можна розподілити на 4 великі принципові групи, рис. 3. В рамках математичного моделювання доцільно більш докладно розглядати саме класичне навчання, адже коли задача

розв'язується класичними методами, то дешевше реалізувати скільки-небудь корисну для бізнесу систему саме за їх допомогою, а вже потім розмірковувати про можливість покращення.



Рис. 3. Основні типи машинного навчання [1]

Машинне навчання втілює механізми ШІ, які зацікавлені в пошуку, читанні, розумінні та інтерпретації даних для створення моделей. Він включає технології відгалуження, такі як навчання з підкріпленням і створення навченої моделі. Обробка природної мови, яку втілюють технології штучного інтелекту, дозволяє комп'ютерам розуміти текстовий контекст, створений людьми, і працювати з ним. Нарешті, роботизована автоматизація процесів зосереджена на використанні програмних систем і «ботів» для виконання рутинних дій системного адміністрування, таких як доступ до даних, розгортання програмних пакетів, моніторинг тощо. Ці технології штучного інтелекту можна використовувати окремо або в режимі «змішування та поєднання», який часто називають «укладання моделі». Усі вони приносять користь фінансовій індустрії, наприклад, більш плавну співпрацю між технологіями, гнучкість, надійність та ефективність.

Сфера фінансів увійшла в нову еру завдяки різкому прогресу штучного інтелекту (AI) за такими напрямками як когнітивна автоматизація, машинне навчання та обробка природної мови (NLP). Різноманітні програми штучного інтелекту зробили такі складні процеси, як кредитний скоринг, підтримка прийняття рішень, обслуговування клієнтів,

управління портфелем і виявлення шахрайства, визначення економічної ефективності більш продуктивними.

III та алгоритми машинного навчання, орієнтовані на штучний інтелект, можуть оптимізувати та підвищити прогноз ринкових тенденцій завдяки своїй високій здатності розпізнавати шаблони. Численні фінансові дослідження підтвердили, що ці методи машинного навчання можуть передбачати ринкові тенденції з більшою точністю, ніж стандартні лінійні статистичні моделі. Підвищення точності прогнозування трендів, продемонстроване фінансовими дослідниками та дослідниками штучного інтелекту за допомогою нейронних мереж, принесло пряму користь інвестиційним портфелям, збільшивши віддачу від інвестицій.

У прогнозуванні тенденцій, дерева рішень, випадкових масивів, опорні векторні машини та нейронні мережі, такі як рекурентні нейронні мережі та розширені короткострокові мережі пам'яті часто використовуються для створення моделей для аналізу даних. Алгоритми машинного навчання класифікуються на три типи: регресія (яка включає узагальнену лінійну модель, авторегресійну інтегровану ковзну середню та експоненціальне згладжування), класифікація (яка передбачає дерева рішень, опорні векторні машини та випадкові масиви), класифікація шаблонів та кластеризація (у яких моделі розширюють класифікацію, використовуючи шаблони даних замість окремих класів для групування ринкових даних у базові або циклічні та спрямовані сектори).

Дослідники використовували алгоритми машинного навчання, включаючи, але не обмежуючись, наступне: дерева рішень, опорні векторні машини, сприйняття прогнозів, мережу радіальних базисних функцій, кластеризацію к-середніх та ієрархічну кластеризацію для прогнозування тенденцій на фондовому ринку, ф'ючерсів на золото- та валютних ринках. Ці моделі дозволяють дослідникам і інвестиційним менеджерам аналізувати історичні ринкові дані для прогнозування цін на інвестиції на фондових, валютних, процентних і товарних ринках, передбачаючи ступінь і напрямок зміни цін на активи за допомогою машинного навчання. Дерева рішень штучного інтелекту (III), опорні векторні машини та нейронні мережі є одними з алгоритмів машинного навчання, які використовуються для прогнозування ринкових тенденцій [9].

Отже, ШІ, тісно пов'язаний з провідними фінансовими організаціями та установами, які впроваджують його програми у свої операційні системи.

2. Вплив сучасних активів, зокрема криптовалют, на оптимізацію портфеля

Сучасний фінансовий ринок розвивається разом з еволюцією криптовалют. Відповідно останніх досліджень *The State of Crypto: Fairer, Cheaper, Faster Everyday Finance*, 71% клієнтів, що використовують фінансові транзакції, прагнуть зменшення їх вартості. Також 70% клієнтів прагнуть прискорення транзакцій, а 63% зазначають важливість їхньої більшої доступності [11]. Високі тарифи, тривалі часові рамки проведення операцій та обмеження у доступі особливо сильно впливають на менш забезпечені демографічні групи та малі підприємства, перешкоджаючи їх фінансовому розвитку та мобільності. Криптовалюти пропонують значні переваги порівняно з традиційними платіжними системами, оскільки вони можуть забезпечити виконання платежів у десятки тисяч разів дешевше та швидше.

Так, традиційні банківські перекази можуть коштувати до 50 доларів США у вигляді комісій, тоді як у деяких блокчейн-мережах витрати можуть складати менше ніж 0,01 долара США. Крім того, кредитування в рамках децентралізованих фінансів (DeFi) може бути реалізовано в 144 рази швидше, ніж через звичайні банківські системи, сприяючи демократизації доступу до фінансових ресурсів [11].

Наразі криптовалюта виступає рівноправним інструментом платежу в електронній комерції. Багато магазинів вже приймають криптовалюту для оплати товарів і послуг. Одним з останніх прикладів став *Foxtrot*, який у 2022 році запровадив можливість оплати через *Binance Pay* [5]. Криптовалюта вже давно перестала бути єдиним засобом для онлайн-покупок, оскільки її використання поширилося на різні сфери. Це включає оплату послуг, виплату заробітної плати, виплату благодійних пожертв, оплату подорожей та фінансову підтримку сімей за кордоном. Криптовалюти також використовуються як альтернатива традиційним фінансовим інструментам для масового впровадження. Ця тенденція сприяє більшій інтеграції криптовалют в повсякденне

життя і відкриває нові можливості для ефективних і зручних фінансових транзакцій [2].

Криптовалюти набувають все більшого значення в сфері фінансування стартапів і нових проєктів і пропонують певні переваги, рис. 4.

З 2014 року криптоіндустрія залучила 101 мільярд коштів. Венчурне фінансування та продаж токенів були основними факторами зростання галузі. Фінансування крипто-стартапів значно скоротилося після подій 2021 і 2022 років. Це знайшло відображення в загальному зниженні обсягу венчурних інвестицій у Фінтех-сектор, який досяг свого піку в 2021 році і склав понад 1,100 млрд фунтів стерлінгів по всьому світу [4]. Обсяг фінансування стартапів у сфері криптовалют тільки в 2024 році склав 2,4 мільярда доларів.

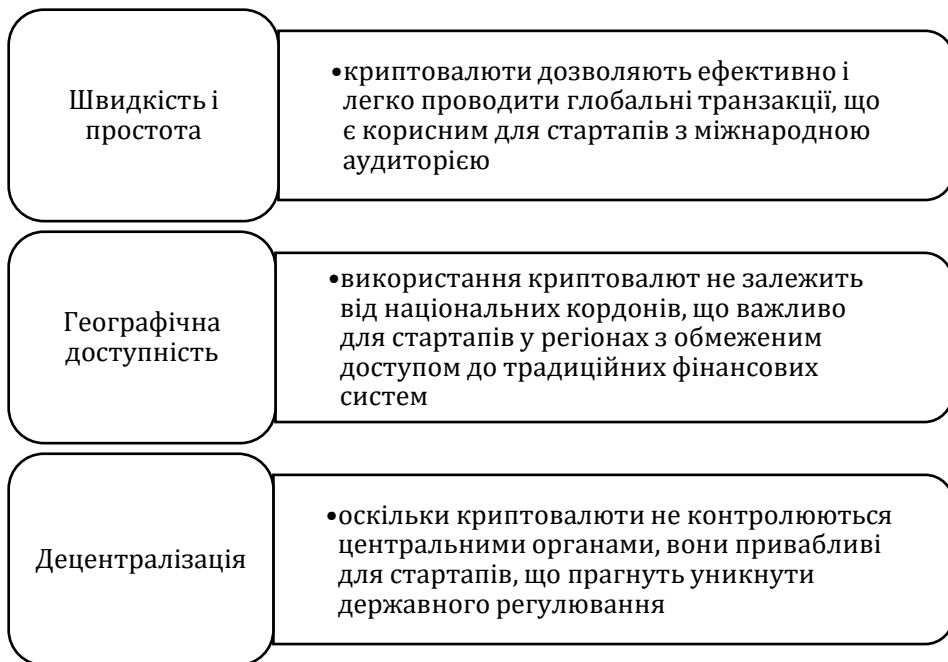


Рис. 4. Основні переваги криптовалют в сфері фінансування стартапів і нових проєктів [3]

Показник відображає підвищений інтерес інвесторів через низькі процентні очікування і виведення на ринок першого в США біткоіни-

ETF, заснованого на реальних активах, в результаті чого обсяги інвестицій збільшилися.

Фінансування було здійснено за рахунок 518 інвестиційних операцій, що на 40,3% більше в порівнянні з попереднім кварталом, в той час як глобальні венчурні інвестиції скоротилися до мінімуму. це майже 5-річний мінімум за той же період. Протягом 2024 року лідирували стартапи, що займаються розробкою інфраструктури для криптовалют та блокчейн-технологій. Найбільшою угодою стала інвестиція в децентралізовану хмарну платформу Together AI, яка залучила \$106 млн США у раунді раннього етапу, очоленому Salesforce Ventures, оцінивши компанію у \$1,1 млрд.

Можна виділити конкретні способи використання криптовалют для фінансування стартапів, рис. 5.

ICO (Initial Coin Offering)	• стартапи випускають нові токени або криптовалюти для залучення інвестицій через краудфандингові кампанії, особливо в сферах, пов'язаних з блокчейном та децентралізованими фінансами
STO (Security Token Offering)	• це метод залучення коштів, де токени виступають як цінні папери, що може бути застосовано у традиційних галузях, таких як нерухомість або високі технології
Криптовалютні біржі	• інвестори можуть купувати та продавати токени стартапів на криптовалютних біржах, що відкриває широкі можливості для залучення капіталу

Рис. 5. Способи використання криптовалют для фінансування стартапів [4]

Венчурна компанія *Coinbase Ventures* лідирує за кількістю інвестицій з 443 угодами, що складає приблизно 4% від усіх угод з 2017 року.

Animoca Brands Corp. та *Outlier Ventures Ltd.* займають друге та третє місця відповідно [4].

Інтеграція технології блокчейну та ШІ на фінансових ринках наразі реалізується в розробці додатків, завдяки яким конвергенція блокчейну та ШІ набула популярності у фінансовій сфері. Такі компанії, як хедж-фонди та капітальні інвестиції, продовжують просувати реалізацію своїх проєктів, у яких штучний інтелект використовується для взаємодії або підтримки ефективних транзакцій на основі систем штучного інтелекту, що самовдосконалюються. На фінансових ринках вважається, що, системи блокчейнів відповідають стандартам безпеки систем штучного інтелекту порівняно з децентралізованими фінансами, де центральні банки критикують залежність конгломератних валют від аналізу фінансових транзакцій і технологічних компаній, які зменшують кількість клієнтів. Очікується, що штучний інтелект, який називається портфоліо глибокого навчання, постійно маніпулюватиме ймовірно перетвореними даними, щоб приймати рішення про купівлю чи продаж інвестицій на ринку капіталу.

Крім того, штучний інтелект використовується як сервісний інструмент, що потенційно може використовувати силу конвергенції з блокчейном для ефективності прийняття інвестиційних рішень [12].

І штучний інтелект, і технології блокчейн вважаються наступними революціями в інформаційно-комунікаційних технологіях (ІКТ). Всесвітній економічний форум зазначив, що через покращення ринків капіталу, надання трансформаційних послуг здійснюється підвищення ефективності обслуговування клієнтів і відбуваються позитивні зміни в кінцевих результатах. Така точка зору поширена серед технологічних і фінтехнічних фірм, що відображає привабливість спекулятивних інвестицій у цифрові валюти та платформи. Конвергенція технологій штучного інтелекту та блокчейну поширюється на широке застосування надання послуг, фінансових консультацій і навіть зміни динаміки споживачів на поведінку ринку капіталу.

3. Порівняльний аналіз традиційних і сучасних методів оптимізації

Глобальний інвестиційний ринок це величезне і постійно мінливе середовище, що продовжує пропонувати трейдерам сюрпризи, які

найчастіше не завжди приємні. Інвестиції — це більше, ніж просто торгівля капіталом, адже стан та умови фінансового ринку обумовлюють наявність постійних викликів коливання ринку, коли ціни можуть непередбачувано зростати та падати, що ускладнює прогнозування майбутніх результатів.

Крім того, інвестори часто стикаються з перевантаженням інформацією, коли велика кількість даних може бути надзвичайною. Завдяки такій великій кількості доступних даних інвесторам може бути досить складно проглянути й зрозуміти їх усі. І на довершення є когнітивні упередження – по суті, людський мозок інколи може змусити приймати рішення, які базуються не на фактах, а на емоціях чи упереджених думках.

Традиційні методи інвестиційного аналізу мають свої обмеження, що можуть виражатися в аналізі динаміки тенденцій прибутків компаній або коливаннях біржових діаграм. Традиційні методи не завжди можуть забезпечити повне уявлення про стан ринку капіталів або врахувати всі потенційні ризики. Ось чому існує попит на передові інструменти, які можуть швидко обробляти дані та забезпечувати більш точний аналіз для оптимізації інвестиційного портфеля.

Для прийняття рішень традиційний інвестиційний аналіз спирається на кілька ключових методів, таких як фундаментальний аналіз, технічний аналіз і моделі оптимізації портфеля:

- Фундаментальний аналіз передбачає оцінку фінансового стану та ефективності компанії для визначення її інвестиційного потенціалу.
- Технічний аналіз включає аналіз рухів і моделей цін на акції для прогнозування майбутніх ринкових тенденцій.
- Моделі оптимізації портфеля допомагають інвесторам управляти ризиком і прибутком шляхом диверсифікації своїх інвестиційних портфелів.

Однак у цих традиційних методів є недоліки, як-от надмірна залежність від людського досвіду (який не завжди об'єктивний) та суб'єктивна інтерпретація даних. Такі методи збільшують ризик помилок і упереджень, оскільки існує можливість невірного розуміння ринкових тенденцій. Крім того, суб'єктивна інтерпретація даних може призвести до різних висновків серед інвесторів. До цього ж можна додати й

особисті психологічні фактори сприйняття, що змушують бачити закономірності та тенденції, яких насправді немає.

У минулому люди часто розробляли інвестиційні стратегії, використовуючи інтуїцію, те, чого вони навчилися з часом, і вивчаючи ринок. Але зараз все змінилося. ШІ та машинне навчання зробили революцію в традиційних підходах. Замість того, щоб залежати лише від людського судження, рішення тепер базуються на аналізі даних.

Штучний інтелект може обробляти величезні обсяги даних за лічені хвилини, якщо не секунди, і вчитися на цьому, щоб покращувати та розвивати наші стратегії з часом. Візьмемо, наприклад, алгоритмічний трейдинг. Алгоритмічна торгівля, яка раніше була обмежена жорсткими правилами, тепер отримує переваги від здатності штучного інтелекту аналізувати велику кількість даних, ідентифікувати закономірності та швидко й точно виконувати операції.

Крім того, ШІ допомагає в інших сферах, наприклад:

- управління ризиками;
- розподіл активів або збір акцій;
- оптимізація портфеля;
- прогнозне моделювання;
- бектестування;
- кількісний аналіз.

Якщо розглядати основні сфери традиційних інвестиційних стратегій, то тут можна визначити окремі напрями застосування ШІ для допомоги в аналізі.

Так, зокрема в управління ризиками можна зазначити, що наразі існує багато способів такого управління, як під час торгівлі так і інвестування. Отже, один із варіантів полягає в поєднанні штучного інтелекту з сучасною теорією портфеля та ефективним граничним показником. Іншим способом є використання розширених параметрів замовлення для контролю ризику в активних угодах.

ШІ також можна використовувати для оптимізації вартості інвестиційного портфелю при його розподілі за показниками питомої ваги окремих активів в загальній структурі портфелю. Штучний інтелект навіть може створювати автоматичні стратегії інвестування, які допоможуть краще керувати інвестиційними ризиками.

Також ШІ можна ефективно застосовувати при здійсненні розподілу активів або зборі акцій. Зокрема в публічному доступі існує багато інформації про різні компанії, яку інвестори повинні перевірити перед покупкою чи продажем акцій. ШІ допомагає інвесторам швидко сортувати таку інформацію, щоб визначити акції, які відповідають їхнім критеріям та інтересам. Наразі, скриніри акцій — це передові інструменти, що допомагають інвесторам покращувати їхні рішення на основі таких факторів, як фінансові показники компанії та зміни курсу акцій.

Такі перевірки аналізують дані пов'язані з фінансовими показниками, розміром компанії, обсягом торгів акціями та закономірностями в ціні акцій. Існує безліч точок даних, доступних для вибору та розподілу активів. Початківці, як правило, використовують ZACKS (NASDAQ), оскільки це хороший спосіб досягнути весь спектр інформації та почуватися більш впевненими у майбутніх діях та прийнятих рішеннях.

Штучний інтелект дає змогу здійснювати оптимізацію інвестиційного портфелю, оскільки він допомагає визначити правильне сполучення інвестицій, що відповідає вимогам інвестора щодо рівня ризику та тривалості інвестицій. Штучний інтелект може працювати з сучасною теорією портфеля, щоб створити портфель акцій, який дає найкращу можливу віддачу від прийнятних ризиків, після того, як ви здійснено вибір сполучення активів.

ШІ може допомогти в прогностному моделюванні, оскільки він використовує набори правил або процесів (алгоритмів), щоб вивчати минулі дані та робити прогнози щодо майбутніх результатів, тобто використовувати регресійний аналіз. Зокрема, у фінансах ШІ може аналізувати дані фондового ринку, щоб передбачити майбутні зміни цін.

ШІ використовує історичні ринкові дані, щоб передбачити майбутні зміни цін на акції, валюти чи інші активи. Перевага ШІ у даному випадку полягає в тому, що ця технологія може виявляти тонкі закономірності, які люди можуть пропустити, що дає набагато точніші прогнози протягом короткого періоду часу.

ШІ може аналізувати минулі ринкові дані, для того аби оцінити ефективність конкретних інвестиційних стратегій, що призводить до кращих результатів у теперішньому періоді. Він досліджує, як певна

стратегія була б ефективна в історичних ринкових умовах, і допомагає трейдерам зрозуміти, чи варто її використовувати.

ШІ може швидко оцінити численні торгові стратегії в різних ринкових умовах, щоб визначити найбільш перспективні. Зрозуміло, що цей метод може допомогти трейдерам вибрати найкращу стратегію, враховуючи тип активу, умови на ринку, потенційні тенденції та інші фактори.

При здійсненні кількісного аналізу як правило використовується підхід, що базується на аналізі величезних масивів даних для виявлення закономірностей і тенденцій, і штучний інтелект є ідеальним інструментом для вирішення таких завдань. ШІ може виявляти взаємозв'язки між різними змінними та прогнозувати майбутні рухи ринку з більшою точністю. У результаті трейдери приймають мудріші рішення на основі даних.

Відповідно інтеграція ШІ впливає на ринок та інвесторів. І досвідченим інвесторам, і новачкам важливо розуміти їхній вплив на фінансовий ринок, оскільки стратегії, керовані ШІ, стають все більш поширеними.

Зокрема, інтеграція штучного інтелекту впливає на ринок і його волатильність, а саме:

- Рішення, керовані штучним інтелектом, можуть стабілізувати ринки, використовуючи дані замість емоцій, що зменшує волатильність.
- Якщо кілька систем штучного інтелекту однаково реагують на сигнали, вони можуть погіршити ринкові рухи, що підвищить волатильність.
- Крім того, ринок також залежить від того, як штучний інтелект впливає на інвесторів, оскільки це основні учасники ринку, а саме:
 - ШІ пропонує легкодоступні фінансові вказівки, що відкриває більше інвестиційних можливостей і підвищує фінансову грамотність.
 - ШІ скорочує витрати завдяки автоматизації завдань управління інвестиціями і як наслідок, комісії нижчі, а інвестори можуть скористатися доступними порадами.

Швидка обробка даних ШІ покращує прийняття рішень. Таким чином трейдери роблять кращі інвестиції.

Проблема полягає в тому, що якщо ШІ ненавмисно вловить упередження в аналізі історичних даних, це може призвести до

несправедливих результатів. Зрештою, ШІ використовує та аналізує доступні дані, створені людьми.

Крім того, також важливо розуміти, як ШІ приймає рішення щодо довіри та підзвітності. Однак непрозорий характер деяких моделей ШІ, які часто називають чорними ящиками, приховує процеси прийняття рішень.

Сутність використання ШІ полягає в тому, що він має великий потенціал змінити ринок і рішення інвесторів на краще. Він має здатність аналізувати обсяги даних, тому трейдери можуть швидко приймати рішення, засновані на логіці, а не на емоціях. Крім того, ШІ може аналізувати шаблони та допомагати тестувати стратегії.

Проте кожен інструмент чи послуга має свої недоліки, і штучний інтелект не є винятком. Тому людям слід розумно використовувати ШІ, особливо коли аналіз ґрунтується на історичних рішеннях, прийнятих людьми.

4. Переваги та обмеження використання штучного інтелекту в інвестиційному аналізі

Інвестування в штучний інтелект (ШІ) представляє собою перспективний напрям, що сприяє трансформаційним змінам у різних галузях економіки та створює значний потенціал для зростання. Водночас, поряд із можливостями, які відкриває ця сфера, існує низка ризиків, що можуть впливати на ефективність інвестиційних рішень.

Однією з ключових переваг інвестування у ШІ є його високий потенціал зростання. Розширення сфери застосування ШІ в різних секторах економіки, зокрема у фінансових послугах, медицині, виробництві та роздрібній торгівлі, сприяє швидкому зростанню глобального ринку цих технологій. Очікується, що розвиток машинного навчання, обробки природної мови та робототехніки сприятиме експоненційному розширенню цієї галузі.

Значна кількість можливих сфер застосування штучного інтелекту робить його важливим компонентом сучасної економіки. Впровадження цих технологій у такі галузі, як автономний транспорт, прогностична аналітика, кібербезпека та платформи на основі штучного інтелекту (SaaS), підвищує ефективність процесів та сприяє створенню нових бізнес-моделей. Крім того, використання ШІ забезпечує

підприємствам конкурентні переваги, зокрема шляхом оптимізації операційної діяльності, зниження витрат та підвищення рівня інноваційності.

Активна участь великих технологічних компаній у розвитку ШІ, зокрема таких як Microsoft, Google та NVIDIA, сприяє стабільності інвестицій у цій сфері. Ці компанії інвестують значні кошти у дослідження та розробки, що дозволяє знизити ризики, пов'язані з волатильністю ринку. Водночас, довгострокові інвестори можуть отримати вигоду від стійкого зростання індустрії ШІ, оскільки ця технологія має значний вплив на розвиток таких напрямів, як охорона здоров'я та розумні міста.

Додатковою перевагою інвестицій у ШІ є його стійкість до економічних циклів, оскільки технології штучного інтелекту широко застосовуються у критично важливих секторах, таких як охорона здоров'я та логістика. Це дозволяє зменшити вплив економічних спадів на діяльність компаній, що працюють у цій сфері.

Незважаючи на численні переваги, інвестування у штучний інтелект супроводжується певними ризиками. Одним із ключових викликів є складність оцінки компаній, що працюють у цій сфері. Багато з них, особливо стартапи, оцінюються на основі потенційного майбутнього зростання, а не поточної прибутковості, що робить їх вразливими до змін у ринковій кон'юктурі.

Крім того, застосування ШІ пов'язане з регуляторними та етичними проблемами. Зростаюча увага урядів та громадськості до питань конфіденційності, упередженості алгоритмів та відповідності етичним нормам може спричинити запровадження жорсткіших нормативних вимог, що, своєю чергою, може обмежити темпи розвитку галузі або підвищити витрати компаній на відповідність законодавству.

Ще одним фактором ризику є технологічна невизначеність. Швидкий розвиток штучного інтелекту може змінити конкурентні позиції компаній, що, у свою чергу, може вплинути на доцільність довгострокових інвестицій у певні технологічні рішення. Висока конкуренція у сфері ШІ також створює додаткові виклики, оскільки широке застосування цієї технології дозволяє учасникам ринку ефективніше розраховувати свої стратегії, що може призвести до зниження прибутковості компаній та спричинити консолідацію ринку.

Ще одним важливим аспектом є високі капітальні витрати на впровадження технологій штучного інтелекту. Розробка та масштабування рішень у цій сфері потребують значних інвестицій у дослідження, кваліфіковані кадри та інфраструктуру, що може стати обмежувальним фактором для невеликих компаній.

Також важливою є залежність ШІ від якісних даних. Доступ до великих масивів структурованої інформації є критичним для ефективного функціонування алгоритмів. Обмеження щодо використання даних, а також ризики, пов'язані з витоком або порушенням конфіденційності, можуть негативно вплинути на діяльність компаній у цій сфері.

Додатково, економічна нестабільність може впливати на інвестиції у ШІ, особливо для компаній, що знаходяться на ранніх стадіях розвитку. Недостатня зрілість деяких технологій, а також складність у залученні фінансування в періоди економічної невизначеності можуть становити значні виклики для підприємств, що працюють у цьому секторі.

Для мінімізації ризиків, пов'язаних з інвестуванням у штучний інтелект, доцільно використовувати низку стратегій. Зокрема, диверсифікація портфеля інвестицій у ШІ шляхом розподілу активів між різними сегментами ринку дозволяє зменшити вплив волатильності окремих секторів. Пріоритетне інвестування в компанії-лідери, які мають установлені позиції та перевірені бізнес-моделі, може сприяти зниженню ризиків, пов'язаних із невизначеністю ринку.

Крім того, для ефективного управління інвестиційним портфелем важливо здійснювати постійний моніторинг нормативних змін, технологічного розвитку та ринкових тенденцій. Використання PEST-аналізу дозволяє своєчасно коригувати інвестиційні стратегії відповідно до змін у зовнішньому середовищі. Довгостроковий підхід до інвестування у ШІ також може бути ефективною стратегією, оскільки він дозволяє зберігати фокус на перспективних можливостях, не зважаючи на короткострокові коливання ринку.

Таким чином, інвестиції у штучний інтелект можуть стати важливим компонентом диверсифікованого портфеля, забезпечуючи потенційно високий рівень прибутковості. Водночас, успішна реалізація інвестиційних стратегій у цій сфері потребує ретельного аналізу ринкових умов, врахування можливих ризиків та застосування ефективних методів управління капіталом. Використання ШІ у процесі

інвестиційного аналізу сприяє підвищенню точності оцінки ефективності активів та оптимізації портфеля, що є ключовим чинником у формуванні стійких інвестиційних стратегій.

5. Дослідження та практичне застосування сучасних методів оптимізації

Проаналізувавши основні напрями застосування ШІ в інвестиційному аналізі та визначивши його провідні інструменти, а також окресливши основні переваги і недоліки застосування можна визначити, що штучний інтелект (ШІ) дедалі частіше застосовується в інвестиційному аналізі для покращення точності прогнозів, автоматизації процесів та зменшення ризиків. У наукових дослідженнях особливу увагу приділяють використанню методів машинного навчання (ML), глибокого навчання (DL) та обробки природної мови (NLP) для аналізу ринкових трендів, фінансових звітів та новин.

Багато наукових робіт зосереджено на застосуванні рекурентних нейронних мереж (RNN) та довготривалої короткочасної пам'яті (LSTM) для прогнозування цін акцій. Зокрема у роботі «Stock Price Prediction Using LSTM Networks» [13] автори демонструють, як LSTM може аналізувати часові ряди цін акцій та передбачати майбутні коливання. Завдяки здатності обробляти послідовності даних, LSTM показав кращі результати, ніж класичні методи, такі як авторегресивні моделі (ARIMA). Отже, тут визначається, що ШІ дозволяє передбачати короткострокові коливання цін на основі історичних даних із більшою точністю, що підвищує ефективність інвестиційних рішень.

Обробка природної мови (NLP) дозволяє аналізувати текстові дані, такі як новини та соціальні мережі, щоб виявляти потенційні зміни ринку. У роботі «Sentiment Analysis in Finance: Leveraging NLP for Stock Market Predictions» дослідники використовували аналіз тональності новин та соціальних мереж для передбачення змін у цінах акцій. Було показано, що позитивна або негативна тональність новин суттєво корелює з рухом цін на ринку. Отже, використання ШІ для аналізу текстових даних дозволяє швидко реагувати на новини та інші інформаційні сигнали, які можуть вплинути на ринкові ціни [14].

ШІ застосовується для сегментації активів за ризиковими категоріями або визначення «схожих» активів, що дозволяє приймати більш

обґрунтовані інвестиційні рішення. У дослідженні «Risk Clustering of Financial Assets Using Unsupervised Learning Techniques» автори використовували алгоритми кластеризації, такі як k-means та метод головних компонент (PCA), для визначення груп фінансових інструментів із подібними ризиковими характеристиками. Таким чином визначено, що алгоритми ШІ дозволяють інвесторам краще розподіляти активи, створюючи портфелі з різномірними ризиками. Це знижує загальну волатильність та підвищує стійкість портфелів [15].

Оптимізація портфеля включає підбір активів із різним рівнем доходності та ризику для максимізації прибутку при прийнятному рівні ризику. У роботі «Portfolio Optimization Using Machine Learning Techniques» було використано генетичні алгоритми та методи навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL) для побудови оптимальних портфелів. На відміну від традиційних методів Марковіца, методи ШІ дозволяють враховувати не лише історичні дані, а й майбутні прогнози, що робить портфелі більш гнучкими та адаптивними до змін на ринку [15].

ШІ використовується для виявлення підозрілих транзакцій та можливого шахрайства. У роботі «Anomaly Detection in Financial Transactions Using Machine Learning» було продемонстровано, як методи виявлення аномалій, такі як Isolation Forest та One-Class SVM, можуть виявляти підозрілі операції, які можуть бути пов'язані з шахрайською діяльністю. Отже, методи ШІ дозволяють автоматично виявляти підозрілі операції в реальному часі, що знижує ризик втрат та збільшує безпеку інвесторів та фінансових установ.

Висновки. Наукові дослідження демонструють, що ШІ суттєво підвищує ефективність інвестиційного аналізу. Завдяки таким методам, як прогнозування на основі LSTM, аналіз тональності новин за допомогою NLP, кластеризація активів та оптимізація портфелів, інвестори отримують більш точні інструменти для ухвалення рішень. Окрім того, автоматичне виявлення аномалій сприяє підвищенню безпеки фінансових операцій. Застосування ШІ дозволяє не лише збільшити прибутковість інвестицій, а й зменшити ризики, пов'язані з непередбачуваними подіями на фінансових ринках.

Література

1. Аггарвал Ч. Нейронні мережі та глибоке навчання: навчальний курс. Діалектика, 2020. 752 с.
2. Груша В. 5 варіантів, де українець може розрахуватися криптовалютою. Dev, 2024. URL: <https://dev.ua/blogs/posts/rozrakhuvatys-kryptovaliutoiu-blog>
3. Роль криптовалют у фінансуванні стартапів та нових проєктів. Medium, 2024. URL: <https://medium.com/@tommyv96>
4. Фінансування крипто-стартапів пододало крах і досягло \$100 млрд. In Venture 2024. URL: <https://kawasebroker.com/uk/news/world/fi>
nansuvannya-kripto-startapiv-podolalo-krah-i-dosyaglo-dollar100-mlrd
5. Фокстрот запустив можливість оплати криптовалютою через Binance Pay. Інтерфакс, 2022. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/835247.html>
6. Cryptocurrencies – Ukraine: Revenue. Statista, 2024. URL: <https://www.statista.com/outlook/fmo/digitalassets/cryptocurrencies/ukraine>
7. Deep Learning-Based Stock Price Prediction Using LSTM and Bi-Directional LSTM Model. Md. Arif Istiaque Sunny ; Mirza Mohd Shahriar Maswood; Abdullah G. Alharbi. 24-26 October 2020 2nd Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES). URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9257950>
8. Digital assets dashboard. Financial Times Digital Assets, 2024. URL: <https://digitalassets.ft.com>
9. Hammer S. The Significance of Digital Assets in the Ukraine Crisis. The Global Order After Russia's Invasion of Ukraine, Spring 2022. URL: https://global.upenn.edu/sites/default/files/perry-world-house/hammer_ukrainethoughtpiece.pdf
10. Michael A., McGimpsey P. Cryptocurrency Statistics 2024. Forbes Advisor AU, 2024. URL: <https://www.forbes.com/advisor/au/investing/cryptocurrency/cryptocurrency-statistics/>
11. Sign M. Venture capital funding in crypto rises to \$2.4 billion, PitchBook says. Yahoo Finance, 2024. URL: <https://finance.yahoo.com/news/venture-capital-funding-crypto-rises-040407347>
12. Stock market's price movement prediction with LSTM neural networks. David M. Q. Nelson; Adriano C. M. Pereira; Renato A. de Oliveira. 14-19 May 2017 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7966019>
13. Stock Price Prediction Model Using LSTM: A Comparative Study. M Kumaresan; M John Basha; P Manikandan; S Annamalai; Ramesh Sekaran; A. Suresh Kumar. 25-27 August 2023 2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON). URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10270708>
14. The State of Crypto: Fairer, Cheaper, Faster Everyday Finance – in partnership with Coinbase. The Block Research, 2023. URL: <https://www.theblock.co/post/276339/the-state-of-crypto-fairer-cheaper-faster-everydayfinance-in-partnership-with-coinbase>
15. Top Cryptocurrency Prices and Market Cap. CoinDesk, 2024. URL: <https://www.coindesk.com/price>

Відомості про авторів і анотації

Глава 1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ НА МАКРО, МЕЗО ТА МІКРО РІВНІ

1.1. Моделі оцінки й аналізу ефективності економічної політики держави в контексті якості життя

Артеменко О. В.
к. е. н., доц. Артеменко В. Б.
ТОВ Гоу Ту-Ю Україна (Львів)

У роботі розглядаються моделі оцінки та аналізу ефективності економічної політики держави на основі синтетичних індикаторів якості життя (СІЯЖ). Представлено моделі регресії вибору детермінант економічної політики держави для аналізованих СІЯЖ на прикладі восьми країн, у тому числі України. Отримані результати свідчать про те, що на засадах аналізу динаміки визначених українських СІЯЖ і детермінант можна виявляти ключові напрями корегування економічної політики держави, на яких доцільно сконцентрувати зусилля для підвищення якості життя громадян України.

1.2. Модель кластерного аналізу ринку праці України

к. е. н., доц. Панасенко О. В.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Тимошенко О.
Харківській національний економічний університет
імені Семена Кузнеця

Розглянуто особливості розвитку ринку праці України в умовах воєнного стану. Проаналізовано особливості методів кластерного аналізу. Побудовано модель кластерного аналізу ринку праці України, яка дозволяє впровадити систематизацію сфер діяльності за допомогою

класифікації у три чітко визначені кластери, базуючись на ряді ключових показників.

1.3. Методологічні особливості ринкового управління фармацевтичним підприємством

д. е. н., проф. Шабельник Т. В.

*Харківській національний економічний університет
імені Семе́на Кузне́ця*

У дослідженні виділено законодавчі, технологічні, соціальні, психологічні, економічні особливості фармацевтичної продукції. Визначено їх позитивний та негативний вплив на бізнес-процеси ринкового управління фармацевтичним підприємством. Визначено переваги та недоліки сучасних методів ринкового управління фармацевтичним підприємством з урахуванням особливостей фармацевтичної продукції.

1.4. Специфікація та параметризація моделей масової поведінки у зовнішньому та внутрішньому середовищах підприємств

к. е. н., доц. Хорошун В. В.

Запорізький національний університет

к. е. н., доц. Солодухін С. В.

ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»

У роботі розглядаються актуальні питання проектування моделей стандартної поведінки, що враховують специфіку досліджуваної предметної області. Досліджуються такі особливості як: формування набору змінних моделі, визначення ступеня агрегації вихідних даних, визначення математичного вигляду моделі, формування часових рядів для розрахунку коефіцієнтів моделі.

1.5. Концептуальні положення щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості

д. е. н., проф., п. н. с. Турлакова С. С.

Інститут економіки промисловості НАН України

Для розвитку смарт-промисловості в Україні необхідним є впровадження передових технологій на вітчизняних підприємствах, серед яких Інтернет Речей (IoT), штучний інтелект (AI), аналіз великих даних (Big Data), хмарні технології та інші, які прискорюють процеси виробництва, підвищуючи продуктивність, якість, ефективність та конкурентоспроможність виробництва у промисловості. Однак, впровадження передових технологій на вітчизняних підприємствах, що відповідають рівню Четвертої промислової революції в Україні, знаходяться

на початкових стадіях та потребують економічної підтримки зі сторони держави. Обґрунтовано, що система фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має поєднувати розглянуті заходи монетарного (грошово-кредитного) та фіскального (податково-бюджетного) стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. При цьому, вкрай важливим є обґрунтований вибір переліку відповідних заходів стимулювання такого розвитку. Для забезпечення оптимальності вибору напрямів та видів такого стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку актуальним стає побудова та дослідження відповідних економіко-математичних моделей. Запропоновано концептуальні положення щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості, що формують наукове підґрунтя щодо вибору напрямів та видів такого стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Окреслено перспективні напрями досліджень.

Глава 2. МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ СИСТЕМ

2.1. Моделювання впливу волатильності обмінного курсу на макроекономічні показники

бак. Чепига Б. Т.

к.е.н., доц. Пілько А. Д.

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

Аналіз статистичної інформації, а також використання можливостей економетричного моделювання дозволили запропонувати можливий підхід до вирішення проблеми оцінки впливу волатильності валютного курсу на економічний розвиток. Виходячи з цього, на основі квартальної інформації за 33 звітні періоди (починаючи з 2016 року) запропоновано власний підхід до постановки та вирішення задачі аналізу впливу волатильності валютного курсу на показники економічного розвитку. Розроблено структурну економетричну модель, яка складається з 7 рівнянь і включає 23 змінні, в тому числі 7 ендогенних і 16 екзогенних. На основі оцінюваної моделі розраховано показники тісноти зв'язку факторних змінних з тими, що призводять до обраних рівнянь розриву ВВП та боргового ризику, а саме: коефіцієнти еластичності та непрямі бета-коефіцієнти. Наведено розрахункові прогностичні значення ендогенних показників на наступні 4 звітні періоди. Проведено порівняльний аналіз розроблених нелінійних моделей попередньо відібраних рівнянь для оцінки впливу волатильності обмінного курсу гривні на відповідні ендогенні змінні. Проведений економетричний аналіз сформованих моделей підтвердив важливість врахування

стану фінансового сектору та ступеня відкритості економіки, а також асиметричного впливу волатильності на результуючі показники. Можна стверджувати, що проведення подальших досліджень в обраному напрямку дозволить оптимізувати процеси оцінки та аналізу впливу волатильності валютного курсу на макроекономічні показники для формування стратегії управління макроекономічною та борговою політикою держави.

2.2. Моделі оцінки інвестиційної привабливості регіонів України

к. е. н., доц. Шпирко В. В.

Олійник Ю. Є.

Стрілець Р. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У роботі запропоновано методологію оцінювання інвестиційної привабливості регіонів України з урахуванням економічних, соціальних, інфраструктурних, політичних та інших чинників. Методологія передбачає визначення ключових показників, розробку моделей для оцінки окремих складових інвестиційного потенціалу. Автори застосували розроблені моделі для аналізу 11 регіонів України за 2013-2022 роки, визначили ключові фактори, що впливають на інвестиційну привабливість, та запропонували рекомендації щодо її підвищення.

2.3. Дослідження ціноутворення деривативів за допомогою спектрального аналізу

д. е. н., проф. Буртняк І. В.

к. е. н., викл. Кушнір О. С.

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

Застосовується спектральна теорія для знаходження ціни похідних фінансових активів вважаючи що процеси, які описуються, є марківськими і такими, що їх можна розглядати в гільбертових просторах, застосовуючи теорію Штурма-Ліувілля. Процеси дифузії Бесселя використовуються при дослідженні азійських опціонів. Ми розглянули фінансові потоки породжені процесами Бесселівської дифузії представивши їх по системі функцій Бесселя першого роду при умові, яка враховує лінійну комбінацію потоку та його просторової похідної. Таке представлення дає можливість обчислити величину ринкового портфеля акцій та забезпечує вимір внутрішньої волатильності на ринку в будь-який момент часу, дозволяє дослідити динаміку фондового ринку. Розклад функції Гріна по системі Бесселивих функцій дається аналітичною формулою за допомогою якої зручно обчислювати величину фінансових потоків. Всі припущення є природними, приводять до

аналітичних формул, які узгоджені з емпіричними даними і при практичному застосуванні адекватно відображають проходження процесів на фондових ринках.

2.4. Оптимізація тривалості тендеру за випадкової кількості учасників

*к.е.н., доц. Мельников Олег Станіславович
НТУ "Харківський політехнічний інститут"*

В роботі досліджується вплив тривалості тендеру на очікувані результати замовнику торгів. Подовження тривалості торгів двояко впливає на їх результати. З одного боку, це приваблює більшу кількість учасників торгів, і конкуренція між ними призводить до кращої ціни для аукціоніста. З іншого боку, таке затягування затримує одержання потрібних товарів та послуг і може супроводжуватись витратами, що залежать від часу. Ці два суперечливі фактори свідчать про те, що має існувати оптимальна тривалість процесу торгів. В роботі розроблено математичну модель, яка формалізує ці міркування та побудовано процедуру визначення оптимальної тривалості торгів в інституційному контексті публічних закупівель в Україні.

2.5. Умови виникнення «дилеми в'язня» в моделі «Гонка поступок»

*к. е. н., с. н. с. Соколовський Д. Б.
Хмельницький національний університет*

Предметом цього дослідження є аналіз припущення, чи є Гонка поступок різновидом Дилеми в'язня. За допомоги теоретико-ігрової моделі, ми розглядаємо 3 цільові функції поведінки уряду: обсяг інвестицій, доходи бюджету і їх поєднання. Для кожної функції розраховано умови, за яких Гонка поступок є різновидом Дилеми в'язня. Введено концепцію інвестиційно-податкової рівноваги як ситуації, в якій усі економіки є рівними для інвестора. Для інвестиційно-податкової рівноваги розраховано достатні умови, за яких Гонка поступок є окремим випадком Дилеми в'язня.

Глава 3. ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА ЗАХИСТ ДАНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

3.1. Цифрова трансформація, виклики та стратегії покращення кібербезпеки

**д. е. н., проф. Даніч В. М.
асп. Максименко А. Д.**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В дослідженні обговорюється вплив цифрової трансформації на сучасні сфери життя, такі як охорона здоров'я, промисловість, фінанси та державні послуги. За допомогою швидкого розвитку цифрових технологій, збільшення обсягів цифрових даних стає нормою. Однак, цей процес також збільшує загрози в галузі кібербезпеки, від витоків особистої інформації до кібератак на корпоративні мережі. Стаття розглядає ключові аспекти цих викликів і пропонує комплексний підхід, який включає технічні, організаційні та правові заходи для ефективного захисту даних та інформаційної інфраструктури в різних сферах.

3.2. Еволюція бізнес-моделей підприємств за умов цифровізації

**д. е. н., проф. Брюховецька Н. Ю.
к. е. н., с. н. с. Чорна О. А.**

Інститут економіки промисловості НАН України

Досліджено концепцію бізнес-моделювання та розуміння дефініції «бізнес-модель». Надано класифікацію бізнес-моделей за видами, підходами до формування, напрямом розвитку бізнесу, змістом і фокусом уваги. Досліджено складові елементи бізнес-моделі підприємства. Наведено найбільш популярні приклади типів бізнес-моделей та підходи до трансформації бізнес-моделей підприємств. Обґрунтовано доцільність впровадження бізнес-моделей, заснованих на цифрових технологіях.

3.3. Формування цифрових компетенцій співробітників

**д. е. н., проф. Булеєв І. П.
к. е. н. Бриль І. В.**

Інститут економіки промисловості НАН України

Обґрунтовано основні аспекти формування цифрових компетенцій співробітників. Розглянуто нормативне регулювання цифрового розвитку та основну термінологію цифрових компетенцій. Досліджено мету використання Рамки цифрових компетенцій. Удосконалено структуру базових елементів цифрових компетенцій співробітників.

3.4. Маніпуляція в епоху штучного інтелекту: виклики та можливості

к. е. н. Логвіненко Б. І.

Інститут економіки промисловості НАН України

Сучасна епоха штучного інтелекту (ШІ) постала перед нами як час великих можливостей, але й викликів, особливо в економічному контексті. У нашій добі технології ШІ не тільки змінюють спосіб, яким ми взаємодіємо з технічними продуктами, але і впливають на наші економічні рішення та поведінку. В роботі досліджуються питання економічних взаємодій між користувачами та програмними продуктами, що базуються на штучному інтелекті, та аналізується їх вплив на користувачів. Проаналізовано взаємовигідність та маніпулятивність в економічних взаємодіях, зокрема, як корисні, зручні та інтерактивні програми роблять користувачів залежними від них. Також в роботі розглядаються питання регулювання та етики використання штучного інтелекту, зазначаючи небезпеки та можливості в цій області. Досліджено, що використання програмних продуктів на основі штучного інтелекту може стати джерелом ризиків для користувачів, оскільки вони є вразливими до маніпуляцій з боку програмного забезпечення, при цьому надаючи особисту інформацію про себе добровільно, несвідомо піддаючись впливу програм.

3.5. Аналіз сучасних методів оптимізації інвестиційного портфеля

асп. Порохнавець А. А.

к.е.н., доц. Яценко Р.М.

*Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця*

В дослідженні представлено огляд сучасних методів оптимізації інвестиційного портфеля; визначено вплив сучасних активів, зокрема криптовалют, на оптимізацію портфеля; здійснено порівняльний аналіз традиційних і сучасних методів оптимізації; визначено основні переваги та обмеження використання штучного інтелекту в інвестиційному аналізі; проведено дослідження та визначено практичне застосування сучасних методів оптимізації.

**Системен анализ и управление
на социално-икономически системи
в условия на нестабилност
и цифрова трансформация:
модели и методи**

Монография

Под редакцията на

Володимир Пономаренко

Харковски национален икономически университет „Семьон Кузнец“

Тетяна Шабелник

Харковски национален икономически университет „Семьон Кузнец“

Дмитро Жерлицин

*Институт по предприемачество,
Университет за национално и световно стопанство, София, България*

Свитлана Турлакова

*Институт по икономика на промишлеността
на Националната академия на науките на Украйна, Киев*

БАРМП

София–Харков
2025

*Препоръчано за публикуване от Академичния съвет
на Харковския национален икономически университет „Семьон Кузнец“
(Протокол № 6 от 4 март 2025 г.)*

Рецензенти:

професор д.т.н. **Евгений Чичкарьов** – професор в катедра „Изкуствен интелект“, Държавен университет по информационни и комуникационни технологии (Киев)

професор д.пед.н. **Ирина Федосова** – ръководител на катедра „Компютърни науки“, Държавно висше учебно заведение „Приазовски държавен технически университет“ (Днепър)

Авторски колектив: проф. д.ик.н. В. С. Пономаренко, ректор – увод; проф. д.ик.н. Н. Ю. Брюховецка – т. 3.2; проф. д.ик.н. И. П. Булеев – т. 3.3; проф. д.ик.н. И. В. Буртняк – т. 2.3; проф. д.ик.н. В. М. Данич – т. 3.1; проф. д.ик.н. Д. М. Жерлицин – увод; проф. д.ик.н. С. С. Турлакова – т. 1.5; проф. д.ик.н. Т. В. Шабелник – т. 1.3; доц. к.ик.н. В. Б. Артеменко – т. 1.1; к.ик.н. И. В. Брил – т. 3.3; преподавател к.ик.н. О. С. Кушнир – т. 2.3; к.ик.н. Б. И. Логвиненко – т. 3.4; доц. к.ик.н. О. С. Мелников – т. 2.4; доц. к.ик.н. О. В. Панасенко – т. 1.2; доц. к.ик.н. А. Д. Пилко – п.2.1; ст.н.с. к.ик.н. Д. Б. Соколовски – т. 2.5; доц. к.ик.н. С. В. Солодухин – п.1.4; доц. к.ик.н. В. В. Хорошун – т. 1.4; доц. к.ик.н. В. В. Шпирко – т. 2.2; ст.н.с. к.ик.н. О. А. Чорна – т. 3.2; доц. к.ик.н. Р. М. Яценко – т. 3.5; асп. А. Д. Максименко – т. 3.1; асп. А. А. Порохнавец – т. 3.5; маг. О. В. Артеменко – т. 1.1; маг. Ю. Е. Олийник – т. 2.2; маг. Р. О. Стрилец – т. 2.2; бак. О. Тимошенко – т. 1.2; бак. Б. Т. Чепига – т. 2.1.

В монографията са разгледани инструментални средства на системния анализ и мениджмънта за решаване на сложни задачи в управлението на социално-икономическите и финансовите системи, както и управлението на рискове в условия на засилваща се глобална нестабилност, възникване на допълнителни заплахи, значителни трансформации и пазарна турбулентност. Особено внимание е отделено на моделите за оценка на ефективността на икономическата политика, анализа на пазара на труда, управлението на предприятията и развитието на смарт индустрията, както и на моделирането на влиянието на валутната волатилност върху макроикономическите показатели, оценяването на инвестиционната привлекателност, ценообразуването на деривативи и подкрепата на управленски решения чрез изкуствен интелект, машинно обучение и Data Science.

ISBN 978-954-9827-22-4

© Авторски колектив, 2025

Съдържание

Увод	9
Глава 1. Актуални проблеми на моделирането на социално-икономическите системи на макро, мезо и микро нива	11
1.1. Модели оценки и анализ на ефективността на икономическата политика на държавата в контекста на качеството на живота	13
1.2. Модел на клъстерен анализ на пазара на труда на Украйна	31
1.3. Методологични особености на управлението на пазара на фармацевтично предприятие.....	43
1.4. Уточняване и параметризиране на модели на масово поведение във външната и вътрешната среда на предприятията	73
1.5. Концептуални положения относно моделирането на финансово-икономическото стимулиране на развитието на националната интелигентна индустрия.....	85
Глава 2. Методи и модели за системен анализ на финансовите системи	105
2.1. Моделиране на влиянието на нестабилността на валутния курс върху макроикономическите показатели.....	107
2.2. Модели за оценка на инвестиционната привлекателност на регионите на Украйна	127
2.3. Изследване на ценообразуването на деривати с помощта на спектрален анализ	141
	277

2.4. Оптимизиране на продължителността на търга с произволен брой участници.....	153
2.5. Условия за възникване на „дилемата на затворника“ в модела „надпревара към дъното“	169

Глава 3. Дигитална трансформация и защита на данните на социално-икономическите системи	185
--	------------

3.1. Дигитална трансформация, предизвикателства и стратегии за подобряване на киберсигурността	187
3.2. Еволюция на бизнес моделите на предприятията в условията на дигитализация	195
3.3. Формиране на дигитални компетентности на служителите	221
3.4. Манипулация в ерата на изкуствения интелект: предизвикателства и възможности	235
3.5. Анализ на съвременните методи за оптимизиране на инвестиционния портфейл.....	249

Информация за авторите и резюмета	267
--	------------

Съдържание на български	275
--------------------------------	------------

Информация за авторите и резюмета на български	279
---	------------

Съдържание на английски	289
--------------------------------	------------

Информация за авторите и резюмета на английски	293
---	------------

Информация за авторите и резюмета

Глава 1. АКТУАЛНИ ПРОБЛЕМИ НА МОДЕЛИРАНЕТО НА СОЦИАЛНО-ИКОНОМИЧЕСКИТЕ СИСТЕМИ НА МАКРО, МЕЗО И МИКРО НИВА

1.1. Модели оценки и анализ на ефективността на икономическата политика на държавата в контекста на качеството на живота

Олена Викторовна Артеменко
доц. к.и.н. Виктор Борисович Артеменко
ТОВ Гоу Ту-Ю Украйна (Лвов)

Работата разглежда модели за оценка и анализ на ефективността на икономическата политика на държавата, основани на синтетични показатели за качеството на живот (СПКЖ). Регресионните модели на избора на детерминанти на икономическата политика на държавата за анализиранияте СПКЖ са представени на примера на осем държави, включително Украйна. Получените резултати показват, че въз основа на анализа на динамиката на определените украински СПКЖ и детерминанти е възможно да се идентифицират ключовите насоки за коригиране на икономическата политика на държавата, върху които е целесъобразно да се концентрират усилията за подобряване на качеството на живот на гражданите на Украйна.

1.2. Модел на клъстерен анализ на пазара на труда на Украйна

*доц. к.ик.н. **Оксана Володимиривна Панасенко**
Харковски национален университет „Василий Каразин“*

***Олександър Тимошенко**
Харковски национален икономически университет „Семьон Кузнец“*

Разгледани са особеностите на развитието на пазара на труда на Украйна в условията на военно положение. Анализирани са особеностите на методите за клъстерен анализ. Изграден е модел на клъстерен анализ на пазара на труда на Украйна, който позволява систематизиране на сферите на дейност чрез класификация в три ясно дефинирани клъстера въз основа на редица ключови показатели.

1.3. Методологични особености на управлението на пазара на фармацевтично предприятие

*проф. д.ик.н. **Тетяна Володимиривна Шабелник**
Харковски национален икономически университет „Семьон Кузнец“*

Изследването подчертава законодателните, технологичните, социалните, психологическите и икономическите характеристики на фармацевтичните продукти. Определя се тяхното положително и отрицателно въздействие върху бизнес процесите на пазарно управление на фармацевтично предприятие. Определят се предимствата и недостатъците на съвременните методи за управление на пазара на фармацевтично предприятие, като се вземат предвид особеностите на фармацевтичните продукти.

1.4. Уточняване и параметризиране на модели на масово поведение във външната и вътрешната среда на предприятията

*доц. к.ик.н. **Виктория Василична Хорошун**
Запорожки национален университет*

*доц. к.ик.н. **Станислав Володимирович Солодухин**
ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»*

Работата се занимава с актуални въпроси за проектиране на модели на стадно поведение, които отчитат спецификата на изучаваната предметна област. Изследват се такива характеристики като: формиране на набор от променливи на модела, определяне на степента на агрегиране на изходните данни, определяне на математическия облик на модела, формиране на времеви редове за изчисляване на коефициентите на модела.

1.5. Концептуални положения относно моделирането на финансово-икономическото стимулиране на развитието на националната интелигентна индустрия

проф. п.н.с. д.ик.н. Свиглана Сергиивна Турлакова
Институт по икономика на промишлеността
на Националната академия на науките на Украйна

За развитието на интелигентната индустрия в Украйна е необходимо да се внедрят напреднали технологии в местните предприятия, включително интернет на нещата (IoT), изкуствен интелект (AI), анализ на големи данни (Big Data), облачни технологии и други, които ускоряват производствените процеси, повишават производителността, качество, ефективност и конкурентоспособност на производството в индустрията. Въпреки това, въвеждането на съвременни технологии в местните предприятия, съответстващи на нивото на Четвъртата индустриална революция в Украйна, е в начален етап и изисква икономическа подкрепа от държавата. Обосновано е, че системата за финансово и икономическо стимулиране на развитието на интелигентната индустрия трябва да комбинира разгледаните мерки за парично (парично и кредитно) и фискално (данъчно и бюджетно) стимулиране на въвеждането на съвременни технологии за интелигентно индустриално развитие. В същото време е изключително важно да се направи обоснован избор на списъка от подходящи мерки за стимулиране на такова развитие. За да се гарантира оптималността на избора на посоки и видове такова стимулиране на въвеждането на съвременни технологии за интелигентно промишлено развитие, изграждането и изследването на подходящи икономически и математически модели става уместно. Предложени са концептуални разпоредби относно моделирането на финансово-икономическото стимулиране на развитието на националната интелигентна индустрия, които формират научна основа за избора на направления и видове такова стимулиране на въвеждането на съвременни технологии за интелигентно индустриално развитие. Очертани са перспективни области на изследване.

Глава 2. МЕТОДИ И МОДЕЛИ ЗА СИСТЕМЕН АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВИТЕ СИСТЕМИ

2.1. Моделиране на влиянието на нестабилността на валутния курс върху макроикономическите показатели

бак. Богдан Тарасович Чепига

доц. к.и.к.н. Андрей Дмитриевич Пилко

Прикарпатски национален университет „Васил Стефаник“

Анализът на статистическата информация, както и използването на възможностите на иконометричното моделиране ни позволиха да предложим възможен подход за решаване на проблема с оценката на влиянието на нестабилността на валутния курс върху икономическото развитие. Въз основа на това, както и въз основа на тримесечна информация за 33 отчетни периода (започвайки от 2016 г.), се предлага универсален подход за поставяне и решаване на проблема за анализ на влиянието на нестабилността на валутния курс върху показателите за икономическо развитие. Разработен е структурен иконометричен модел, който се състои от 7 уравнения и включва 23 променливи, включително 7 ендогенни и 16 екзогенни. На базата на оценения модел са изчислени показатели за тясната връзка на факторните променливи с тези, които водят до избраните уравнения на разликата в БВП и дълговия риск, а именно: коефициенти на еластичност и косвени бета коефициенти. Дадени са прогнозни стойности на ендогенни показатели за следващите 4 отчетни периода. Беше извършен сравнителен анализ на разработените нелинейни модели на предварително избрани уравнения, за да се оцени влиянието на променливостта на обменния курс на гривната върху съответните ендогенни променливи. Проведеният иконометричен анализ на формираните модели потвърди важността от отчитане на състоянието на финансовия сектор и степента на отвореност на икономиката, както и асиметричното влияние на волатилността върху получените показатели. Може да се твърди, че провеждането на по-нататъшни изследвания в избраната посока ще позволи да се оптимизират процесите на оценка и анализ на влиянието на колебливостта на валутния курс върху макроикономическите показатели за формиране на стратегия за управление на макроикономическата и дългова политика на държавата.

2.2. Модели за оценка на инвестиционната привлекателност на регионите на Украйна

доц. к.и.к.н. Виктор Васильович Шпирко

Юлия Олийник

Роман Стрилец

Киевски национален университет „Тарас Шевченко“

Работата предлага методология за оценка на инвестиционната привлекателност на регионите на Украйна, като се вземат предвид икономически, социални, инфраструктурни, политически и други фактори. Методологията предвижда определяне на ключови показатели, разработване на модели за оценка на отделните компоненти на инвестиционния потенциал. Авторите прилагат разработените модели за анализ на 11 региона на Украйна за 2013-2022 г., идентифицират ключови фактори, влияещи върху инвестиционната привлекателност, и предлагат препоръки за нейното повишаване

2.3. Изследване на ценообразуването на деривати с помощта на спектрален анализ

проф. д.и.к.н. Иван Володимирович Буртняк

преп. к.и.к.н. Олександър Сергийович Кушнир

Прикарпатски национален университет „Васил Стефаник“

Спектралната теория се прилага за намиране на цената на производните финансови активи, като се приема, че описаните процеси са на Марков и такива, че могат да се разглеждат в Хилбертови пространства, прилагайки теорията на Щурм-Лиувил. Процесите на дифузия на Бесел се използват при изследването на азиатските опции. Разглеждаме финансовите потоци, генерирани от процесите на дифузия на Бесел, като ги представихме чрез системата от функции на Бесел от първи род при условие, че се взема предвид линейната комбинация от потока и неговата пространствена производна. Подобно представяне дава възможност да се изчисли размерът на пазарния портфейл от акции и осигурява мярка за вътрешната волатилност на пазара във всеки един момент, позволява ви да изучавате динамиката на фондовия пазар. Разбивката на функцията на Грийн според системата от функции на Бесел се дава с аналитична формула, удобна за изчисляване на размера на финансовите потоци. Всички предположения са естествени, водят до аналитични формули, които са в съответствие с емпирични данни и когато се прилагат на практика, отразяват адекватно хода на процесите на фондовите пазари.

2.4. Оптимизиране на продължителността на търга с произволен брой участници

*доц. к.ик.н. Олег Станиславович Мелников
Национален технически университет
„Харковски политехнически институт“*

Статията изследва влиянието на продължителността на търга върху очакваните резултати от наддаващия клиент. Удължаването на продължителността на сделките влияе върху техните резултати по два начина. От една страна, това привлича повече наддаващи, а конкуренцията между тях води до по-добра цена за аукционера. От друга страна, подобно забавяне забавя получаването на необходимите стоки и услуги и може да бъде придружено от разходи, зависещи от времето. Тези два противоречиви фактора показват, че трябва да има оптимална продължителност на процеса на наддаване. Документът разработи математически модел, който формализира тези съображения и изгради процедура за определяне на оптималната продължителност на търговете в институционалния контекст на обществените поръчки в Украйна.

2.5. Условия за възникване на „дилемата на затворника“ в модела „надпревара към дъното“

*с. н. с. к.ик.н. Дмитро Борисович Соколовски
Хмелницки национален университет*

Предмет на това изследване е анализът на хипотезата дали „надпреварата към дъното“ е вариант на „дилемата на затворника“. С помощта на модела на теорията на игрите разглеждаме 3 целеви функции на поведението на правителството: обем на инвестициите, бюджетни приходи и тяхната комбинация. За всяка функция се изчисляват условията, при които „надпреварата към дъното“ е вариант на „дилемата на затворника“. Въвежда се понятието инвестиционно-данъчна рентабилност като ситуация, в която всички икономики са равни за инвеститора. Изчислени са достатъчни условия за равновесието инвестиция-данък, при което „надпреварата към дъното“ е специален случай на „дилемата на затворника“.

Глава 3. ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ И ЗАЩИТА НА ДАННИТЕ НА СОЦИАЛНО-ИКОНОМИЧЕСКИТЕ СИСТЕМИ

3.1. Дигитална трансформация, предизвикателства и стратегии за подобряване на киберсигурността

*проф. д.ик.н. Виталий Миколайович Данич
асп. Алина Д. Максименко*

Харковски национален университет „Василий Каразин“

Проучването обсъжда въздействието на дигиталната трансформация върху днешните области на живота, като здравеопазване, индустрия, финанси и обществени услуги. С бързото развитие на цифровите технологии нарастващите обеми цифрови данни се превръщат в норма. Този процес обаче увеличава и заплахите за киберсигурността, от изтичане на лична информация до кибератаки в корпоративни мрежи. Статията разглежда ключовите аспекти на тези предизвикателства и предлага цялостен подход, който включва технически, организационни и правни мерки за ефективна защита на данните и информационната инфраструктура в различни области.

3.2. Еволюция на бизнес моделите на предприятията в условията на дигитализация

*проф. д.ик.н. Наталя Юхимивна Брюховецка
с. н. с. к.ик.н. Олександра Анаталиивна Чорна*

*Институт по икономика на промишлеността
на Националната академия на науките на Украйна*

Изследва се концепцията за бизнес моделиране и разбирането на определението „бизнес модел“. Предоставена е класификация на бизнес моделите по видове, подходи за формиране, посока на развитие на бизнеса, съдържание и фокус на вниманието. Изследвани са съставните елементи на бизнес модела на предприятието. Представени са най-популярните примери за видове бизнес модели и подходи за трансформиране на бизнес моделите на предприятията. Обосновава се възможността за внедряване на бизнес модели, базирани на цифрови технологии.

3.3. Формиране на дигитални компетентности на служителите

проф. д.ик.н. Иван Петрович Булеев

к.ик.н. Ирина Василивна Брил

*Институт по икономика на промишлеността
на Националната академия на науките на Украйна*

Обосновават се основните аспекти на формирането на цифрови компетентности на служителите. Разглеждат се нормативната уредба на дигиталното развитие и основната терминология на дигиталните компетентности. Беше проучена целта на използването на рамката за дигитална компетентност. Подобрена е структурата на основните елементи на дигиталните компетенции на служителите.

3.4. Манипулация в ерата на изкуствения интелект: предизвикателства и възможности

к.ик.н. Богдан Игоревич Логвиненко

*Институт по икономика на промишлеността
на Националната академия на науките на Украйна*

Модерната ера на изкуствения интелект (ИИ) се очертава пред нас като време на големи възможности, но и на предизвикателства, особено в икономически контекст. В нашето съвремие ИИ технологиите не само променят начина, по който взаимодействат с техническите продукти, но и влияят върху нашите икономически решения и поведение. Работата разглежда въпросите на икономическите взаимодействия между потребителите и софтуерните продукти, базирани на изкуствен интелект, и анализира тяхното въздействие върху потребителите. Взаимната изгода и манипулируемостта в икономическите взаимодействия се анализират, по-специално как полезните, удобни и интерактивни програми правят потребителите зависими от тях. Работата също така разглежда въпроси на регулирането и етиката на използването на изкуствен интелект, като отбелязва опасностите и възможностите в тази област. Изследвано е, че използването на софтуерни продукти, базирани на изкуствен интелект, може да се превърне в източник на рискове за потребителите, тъй като те са уязвими на манипулации от софтуера, като същевременно предоставят лична информация за себе си доброволно, без да знаят, че са повлияни от програмите.

3.5. Анализ на съвременните методи за оптимизиране на инвестиционния портфейл

асп. Андрей Андрійович Порохнавец

доц. к.и.к.н. Роман Миколайович Яценко

Харковски национален икономически университет „Семьон Кузнец“

Изследването представя преглед на съвременните методи за оптимизиране на инвестиционния портфейл; определя се влиянието на съвременните активи, по-специално на криптовалутите, върху оптимизацията на портфейла; извършен е сравнителен анализ на традиционни и съвременни методи за оптимизация; дефинирани са основните предимства и ограничения на използването на изкуствения интелект в инвестиционния анализ; проведено е изследване и е определено практическото приложение на съвременни методи за оптимизация.

System Analysis and Management of Socio-Economic Systems in Conditions of Instability and Digital Transformation: Models and Methods

Monograph

Edited by

Volodymyr Ponomarenko

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Tetiana Shabelnyk

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Dmytro Zherlitsyn

*Institute of Entrepreneurship,
University of National and World Economy, Sofia, Bulgaria*

Svitlana Turlakova

Institute of Industrial Economics of National Academy of Sciences of Ukraine

BAMDE

Sofia–Kharkiv

2025

*Recommended for publication by the Academic Council
of the Semyon Kuznets Kharkiv National University of Economics
(Protocol No. 6 of 4 March 2025)*

Reviewers: Professor **Yevhen Chichkarev**, DSc (Tech.), Professor of the Department of Artificial Intelligence of the State University of Information and Communication Technologies (Kyiv)
Professor **Iryna Fedosova**, DSc (Ped.), Head of the Department of Computer Science, State Higher Educational Institution "Priazovsky State Technical University" (Dnipro)

Authors: Prof. V. S. Ponomarenko, DSc (Econ.), Rector – Introduction; Prof. N. Y. Bryukhovetska, DSc (Econ.) – p. 3.2; Prof. I. P. Buleev, DSc (Econ.) – p. 3.3; Prof. I. V. Burtnyak, DSc (Econ.) – p. 2.3; Prof. V. M. Danich, DSc (Econ.) – p.3.1; Prof. D. M. Zherlitsyn, DSc (Econ.) – Introduction; Prof. S. S. Turlakova, DSc (Econ.) – p. 1.5; Prof. T. V. Shabelnyk, DSc (Econ.) – p. 1.3; Assoc. Prof. V. B. Artemenko, PhD (Econ.) – p. 1.1; I. V. Bryl, PhD (Econ.) – p. 3.3; O. S. Kushnir, PhD (Econ.), Lecturer – p. 2.3; B. I. Logvinenko, PhD (Econ.) – p. 3.4; Assoc. Prof. O. S. Melnikov, PhD (Econ.), – p. 2.4; Assoc. Prof. O. V. Panasenko, PhD (Econ.) – p. 1.2; Assoc. Prof. A. D. Pilko, PhD (Econ.), – p.2.1; SRF D. B. Sokolovskyi, PhD (Econ.) – p. 2.5; Assoc. Prof. S. V. Solodukhin, PhD (Econ.) – p. 1.4; Assoc. Prof. V. V. Khoroshun, PhD (Econ.) – p. 1.4; Assoc. Prof. V. V. Shpyrko, PhD (Econ.) – p. 2.2; SRF O. A. Chorna, PhD (Econ.) – p. 3.2; Assoc. Prof. R. M. Yatsenko, PhD (Econ.) – p. 3.5; A. D. Maksymenko, PhD student – p. 3.1; A. A. Porokhnavets, PhD student – p. 3.5; E. V. Artemenko, MA. – p. 1.1; Y. E. Oliynyk, MA. – p. 2.2; R. O. Strilets, MA – p. 2.2; O. Tymoshenko, BA – p.1.2; B. T. Chepyha, BA – p. 2.1.

The monograph examines instrumental tools of systems analysis and management for addressing complex challenges in the governance of socio-economic and financial systems, as well as risk management under conditions of increasing global instability, emerging threats, substantial transformations, and market turbulence. Particular attention is devoted to models for evaluating the effectiveness of economic policy, labour market analysis, enterprise management, and the development of smart industry, as well as to modelling the impact of exchange-rate volatility on macroeconomic indicators, assessing investment attractiveness, pricing derivatives, and supporting decision-making based on artificial intelligence, machine learning, and Data Science.

ISBN 978-954-9827-22-4

© Authors, 2025

Table of Contents

Introduction	9
Chapter 1. THE CURRENT PROBLEMS OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS' MODELING AT MACRO, MESO AND MICRO LEVEL	11
1.1. Models of assessment and analysis of the efficiency of state's economic policy in context of quality of life	13
1.2. Model of cluster analysis of the labour market of Ukraine	31
1.3. Methodological features of market management of a pharmaceutical enterprise.....	43
1.4. Specification and parameterization of mass behaviour models in the external and internal environments of enterprises.....	73
1.5. Conceptual provisions for modelling financial and economic stimulation of the development of national smart-industry.....	85
Chapter 2. METHODS AND MODELS OF FINANCIAL SYSTEMS' SYSTEM ANALYSIS	105
2.1. Modelling of the impact of exchange rate volatility on macroeconomic indicators.....	107
2.2. Models for assessing the investment attractiveness of Ukrainian regions.....	127
2.3. Research of derivatives pricing using spectral analysis.....	141
2.4. Optimization of the tender period with a random number of bidders...	153

2.5. Conditions for the formation Prisoner's dilemma in Race to the bottom model.....	169
--	-----

Chapter 3. DIGITAL TRANSFORMATION AND SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS'	
DATA PROTECTION	185

3.1. Digital transformation challenges and strategies to improve cybersecurity	187
3.2. Evolution of enterprise's business models in conditions of digitalization	195
3.3. Formation of employees' digital competences	221
3.4. Manipulation in the age of artificial intelligence: challenges and opportunities.....	235
3.5. Analysis of modern methods of investment portfolio optimization	249

Information about Authors and Abstracts	267
--	------------

Table of Contents in Bulgarian	275
---------------------------------------	------------

Information about Authors and Abstracts in Bulgarian	279
---	------------

Table of Contents in English	289
-------------------------------------	------------

Information about Authors and Abstracts in English	293
---	------------

Information about Authors and Abstracts

Chapter 1. THE CURRENT PROBLEMS OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS' MODELING AT MACRO, MESO AND MICRO LEVEL

1.1. Models of assessment and analysis of the efficiency of state's economic policy in context of quality of life

Elena Artemenko

Assoc. Prof. Viktor Artemenko, PhD (Econ.)

Go To You Ukraine LLC (Lviv)

The paper examines models of assessment and analysis of the effectiveness of the state's economic policy based on synthetic indicators of the quality of life (SIQL). Regression models of the choice of determinants of the state's economic policy are presented for the analysed SIQL on the example of eight countries, including Ukraine. The obtained results show that based on the analysis of the dynamics of the determined Ukrainian economic policy and determinants, it is possible to identify key areas of adjustment of the economic policy of the state, on which it is advisable to concentrate efforts to improve the quality of life of Ukrainian citizens.

1.2. Model of cluster analysis of the labour market of Ukraine

Assoc. Prof. Oksana Panasenکو, PhD (Econ.)

V. N. Karazin Kharkiv National University

Oleksandr Tymoshenko

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

The article considers the peculiarities of the labour market development in Ukraine under martial law. The features of cluster analysis methods are analysed. The model of cluster analysis of the labour market of Ukraine is built, which allows to introduce the systematization of spheres of activity by

classifying them into three clearly defined clusters based on a number of key indicators.

1.3. Methodological features of market management of a pharmaceutical enterprise

*Prof. Tetiana Shabelnyk, DSc (Econ.)
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics*

The study examines the legislative, technological, social, psychological, and economic characteristics of pharmaceutical goods. Their positive and negative impacts on the business processes of pharmaceutical enterprise market management are identified. The advantages and disadvantages of modern methods of market management for pharmaceutical enterprises are highlighted, taking into account the specific features of pharmaceutical goods.

1.4. Specification and parameterization of mass behaviour models in the external and internal environments of enterprises

*Assoc. Prof. Viktoriia Khoroshun, PhD (Econ.)
Zaporizhzhia National University*

*Assoc. Prof. Stanislav Solodukhin, PhD (Econ.)
EPAM SYSTEMS LLC*

The work deals with topical issues of designing models of herd behaviour that take into account the specifics of the studied subject area. Such features are studied as: formation of a set of model variables, determination of the degree of aggregation of initial data, determination of the mathematical form of the model, formation of time series for calculation of model coefficients.

1.5. Conceptual provisions for modelling financial and economic stimulation of the development of national smart-industry

*Prof. SRF Svitlana Turlakova, DSc (Econ.)
Institute of Industrial Economics
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

For the development of smart industry in Ukraine, it is necessary to introduce advanced technologies at domestic enterprises, including the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), big data analysis (Big Data), cloud technologies and others, which accelerate production processes, increasing productivity, quality, efficiency and competitiveness of production in industry. However, the introduction of advanced technologies at domestic enterprises, corresponding to the level of the Fourth Industrial Revolution in Ukraine, are in the initial stages and require economic support from the state. It is substantiated that the system of financial and economic stimulation of the development of smart industry should combine the considered

measures of monetary (monetary and credit) and fiscal (tax and budget) stimulation of the introduction of advanced technologies of smart industrial development. At the same time, it is extremely important to make a justified choice of the list of appropriate measures to stimulate such development. To ensure the optimal choice of directions and types of such stimulation of the introduction of advanced technologies of smart industrial development, the construction and study of appropriate economic and mathematical models becomes relevant. Conceptual provisions on modelling financial and economic stimulation of the development of the national smart industry are proposed, which form the scientific basis for choosing directions and types of such stimulation of the introduction of advanced technologies of smart industrial development. Promising research directions are outlined.

Chapter 2. METHODS AND MODELS OF FINANCIAL SYSTEMS' SYSTEM ANALYSIS

2.1. Modeling of the impact of exchange rate volatility on macroeconomic indicators

Bohdan Chepyha

Assoc. Prof. Andriy Pilko, PhD (Econ.)

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

The analysis of statistical information, as well as the use of econometric modelling capabilities, allowed us to propose a possible approach to solving the problem of assessing the impact of exchange rate volatility on economic development. Based on this, on the basis of quarterly information for 33 reporting periods (starting from 2016), a unique approach to setting and solving the problem of analysing the impact of exchange rate volatility on economic development indicators is proposed. A structural equation model was developed, which consist of 7 equations, and includes 23 variables, including 7 endogenous and 16 exogenous. On the basis of the estimated model, indicators of the closeness of the connection of factor variables with those resulting in the selected equations of the GDP gap and debt risk were calculated, namely: elasticity coefficients and indirect beta-coefficients. The calculated forecast values of endogenous indicators for the next 4 reporting periods are presented. A comparative analysis of the developed nonlinear models of previously selected equations was also carried out to assess the impact of hryvnia's exchange rate volatility on the relevant endogenous variables. The conducted econometric analysis of the formed models confirmed the importance of taking into account the state of the financial sector and the degree of openness of the economy, as well as the asymmetric effect of volatility on the resulting indicators. It can be argued that conducting further research in the chosen direction will allow to optimize the processes of assessment and analysis of the impact of exchange rate volatility on

macroeconomic indicators for the formation of macroeconomic and debt policy management strategies of the state.

2.2. Models for assessing the investment attractiveness of Ukrainian regions

Assoc. Prof. Viktor Shpyrko, PhD (Econ.)

Yuliia Oliynyk

Roman Strilets

Taras Shevchenko National University of Kyiv

The article proposes a methodology for assessing the investment attractiveness of the regions of Ukraine, taking into account economic, social, infrastructural, political, and other factors. The methodology involves the definition of key indicators, the development of models for assessing individual components of investment potential. The authors applied the developed models to analyze 11 regions of Ukraine for the period 2013-2022, identified key factors influencing investment attractiveness, and proposed recommendations for its improvement.

2.3. Research of derivatives pricing using spectral analysis

Prof. Ivan Burtnyak, DSc (Econ.)

Oleksandr Kushnir, PhD (Econ.)

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

In this paper, we apply spectral theory to find the price of derivative financial assets, assuming that the processes described are Markov and such that they can be considered in Hilbert spaces, applying the theory of Sturm-Liouville. Bessel diffusion processes are used in the study of Asian options. We have considered financial flows generated by Bessel diffusion processes by presenting them according to the system of Bessel functions of the first kind under the condition that takes into account the linear combination of the flow and its spatial derivative. This representation makes it possible to calculate the size of the market portfolio of shares and provides a measurement of internal volatility in the market at any time, allows you to explore the dynamics of the stock market. The schedule of Green's function according to the system of Bessel functions is given by the analytical formula by means of which it is convenient to calculate the size of financial flows. All assumptions are natural, lead to analytical formulas that are consistent with empirical data and in practical application adequately reflect the course of processes in stock markets.

2.4. Optimization of the tender period with a random number of bidders

*Assoc. Prof. **Melnikov Oleg**, PhD (Econ.)
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*

The paper examines the impact of the tender period on the expected payoff for the organizer. Extending the tender period has a two-fold effect on its results. On the one hand, it attracts a larger number of bidders, and competition between them leads to the better price for the organizer. On the other hand, such prolongation delays procurement of necessary goods and services and may lead to time-dependent costs. These two conflicting factors suggest that there must be an optimal duration of the bidding process. We develop a model that formalizes these considerations and provide the procedure for determining the optimal tender period in the institutional context of Ukrainian public procurement.

2.5. Conditions for the formation Prisoner's dilemma in Race to the bottom model

*SRF **Dmytro Sokolovskyi**, PhD (Econ.)
Khmelnytskyi National University*

The subject of this study is the analysis of the hypothesis if Race to the bottom is a kind of Prisoner's dilemma. By the game-theoretic model, we consider 3 target functions of government behaviour: investment volume, budget revenues, and their sum. For each function, we calculate the conditions under which the Race to the bottom is a kind of the Prisoner's dilemma. We introduce the concept of investment-tax equilibrium as a situation in which all economies are equal for investors. We calculate sufficient conditions for the investment-tax equilibrium under which the Race to the bottom is a special case of the Prisoner's dilemma.

Chapter 3. DIGITAL TRANSFORMATION AND SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS' DATA PROTECTION

3.1. Digital transformation challenges and strategies to improve cybersecurity

*Prof. **Vitaliy Danich**, DSc (Econ.)
Alina Maksymenko, PhD Student
V. N. Karazin Kharkiv National University*

The article discusses the impact of digital transformation on modern spheres of life, such as healthcare, industry, finance, and public services. With the rapid development of digital technologies, increasing amounts of digital data are becoming the norm. However, this process also increases cybersecurity

threats, from personal information leaks to cyberattacks on corporate networks. The article examines the key aspects of these challenges and proposes a comprehensive approach that includes technical, organizational and legal measures to effectively protect data and information infrastructure in various fields.

3.2. Evolution of enterprise's business models in conditions of digitalization

*Prof. Natalia Bryukhovetska, DSc (Econ.)
SRF Oleksandra Chorna, PhD (Econ.)
Institute of Industrial Economics
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

The concept of business modelling and the understanding of the definition of "business model" were studied. The classification of business models by types, approaches to formation, direction of business development, content and focus of attention is provided. The constituent elements of the enterprise's business model have been studied. The most popular examples of types of business models and approaches to the transformation of business models of enterprises are given. The feasibility of implementing business models based on digital technologies is substantiated.

3.3. Formation of employees' digital competences

*Prof. Ivan Buleev, DSc (Econ.)
Iryna Bryl, PhD (Econ.)
Institute of Industrial Economics
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

The main aspects of the formation of digital competences of employees are substantiated. The normative regulation of digital development and the basic terminology of digital competences are considered. The purpose of using the Digital Competence Framework was investigated. The structure of basic elements of employees' digital competencies has been improved.

3.4. Manipulation in the age of artificial intelligence: challenges and opportunities

*Bohdan Logvinenko, PhD (Econ.)
Institute of Industrial Economics
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

The modern era of artificial intelligence (AI) has brought us a time of great opportunities and challenges, especially in the economic context. In this era, AI technologies not only change the way we interact with technical products, but also influence our economic decisions and behaviour. This paper explores the economic interactions between users and AI-based software

products and analyses their impact on users. The paper analyses mutuality and manipulateness in economic interactions, in particular, how useful, convenient and interactive applications make users dependent on them. The paper also addresses the issues of regulation and ethics of artificial intelligence, noting the dangers and opportunities in this area. It is shown that the use of AI-based software products can be a source of risks for users, as they are vulnerable to manipulation by the software, while providing personal information about themselves voluntarily, unknowingly being influenced by the software.

3.5. Analysis of modern methods of investment portfolio optimization

Andrii Porokhnavets, PhD Student

Assoc. Prof. Roman Yatsenko, PhD (Econ.)

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

The study presents an overview of modern methods for optimizing an investment portfolio; identifies the impact of modern assets, in particular cryptocurrencies, on portfolio optimization; conducts a comparative analysis of traditional and modern optimization methods; identifies the main advantages and limitations of using artificial intelligence in investment analysis; conducts research and identifies the practical application of modern optimization methods.

**Системен анализ и управление на социално-
икономически системи в условия на нестабилност
и цифрова трансформация: модели и методи**

**System Analysis and Management of Socio-Economic
Systems in Conditions of Instability and Digital
Transformation: Models and Methods**

В монографії розглядаються інструментальні засоби системного аналізу та менеджменту для вирішення складних проблем в управлінні соціально-економічними системами, фінансовими системами, управлінні ризиками в умовах посилення глобальної нестабільності, появи додаткових загроз, суттєвих трансформацій, турбулентності ринків. Особливу увагу приділено моделювання впливу волатильності обмінного курсу на макроекономічні показники, інструментам післявоєнного відновлення української економіки, можливостям підвищення ефективності управління різними видами діяльності на основі застосування Artificial Intelligence, Machine Learning, Data Science.

ISBN 978-954-9827-22-4



9 789549 827224