

Monograph



SYSTEMS ANALYSIS MODELS IN THE ECONOMIC PROCESSES MANAGEMENT

2021

**SYSTEMS ANALYSIS
MODELS IN THE ECONOMIC
PROCESSES MANAGEMENT**

Monograph

Bratislava-Kharkiv, 2021

**МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО
АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ
ЭКОНОМИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ**

Монография

Братислава-Харьков, 2021

Ponomarenko, Volodymyr,

Klebanova, Tamara,

Guryanova Lidiya

Systems analysis models in the economic processes management

/ Volodymyr Ponomarenko, Tamara Klebanova, Lidiya Guryanova, 2021

ISBN 978-80-89654-80-2

Authors: Ponomarenko V. – preface, p.3.8; Klebanova T. – preface, p.1.3; Cibakova V. – p.2.7; Filip S. – p.1.3; Zyma O. – p.1.5; Bakurova A. – p.1.9; Bogachkova L. – p.1.4; Burtnyak I. – p.2.2; Chernyak O. – p.3.2; Gorodnov V. – p.1.6; Guryanova L. – p.1.5; Danich V. – p.3.1; Hryhoruk P. – p.2.5; Ivanov R. – p.2.9; Kaminskyi A. – p.2.10; Khrushch N. – p.2.5; Kolbina T. – p.3.7; Lepa R. – p.3.6; Matviychuk A. – p.2.4; Mints A. – pp.2.3, 3.3; Nikolaev A. – p.1.5; Poluektova N. – p.1.3; Porokhnya V. – p.1.2; Soloviev V. – p.2.4; Turlakova S. – p.3.4; Ustenko S. – p.2.6; Vitlinskyi V. – p.2.1; Artemenko L. – p.1.8; Artemenko V. – p.1.8; Chagovets L. – p.3.5; Chernova N. – p.2.7; Didenko A. – p.1.9; Katunina O. – p.2.1; Malyska A. – p.2.2; Mavrina M. – p.3.3; Morozova N. – p.1.7; Nehrey M. – p.2.10; Ostapenko O. – p.1.2; Panasenko O. – pp.1.3, 3.5; Poliakova O. – p.2.7; Rudachenko O. – p.1.3; Serdyuk O. – p.2.4; Sergienko O. – p.1.7; Shcherbakova Y. – p.3.5; Stashkevich I. – p.3.6; Strelchenko I. – p.1.1; Tatar M. – p.3.1; Yatsenko R. – p.3.8; Yushchenko N. – p.2.8; Busygin V. – p.2.9; Ostapovych T. – p.2.6; Penev V. – p.1.2; Sidelov P. – p.2.3; Sokolova N. – p.1.7; Zarzhetskyi V. – p.3.9; Artemenko E. – p.1.8; Bielinskyi A. – p.2.4; Farenjuk Y. – p.3.2; Khrushch V. – p.2.5; Kozenkova V. – p.2.9; Kuchuk A. – p.1.5; Paionk O. – p.2.5; Shpak A. – p.3.5; Shumilo Y. – p.3.4; Yakovliev A. – p.3.8.

The monograph examines models of systems analysis in the management of economic processes at the macro, meso and micro levels. Models of neural networks for solving the problems of dynamic clustering of economic systems by the level of resistance to the impact of "shocks", machine learning models for managing the safety of socio-economic systems, models for assessing the level of social tension, models for the development of complex socio-economic systems, models for structural analysis of the development of territorial formations have been developed. Special attention is paid to systemic modeling of financial processes and organizations' management. The paper proposes models of financial security management, models for early recognition of crises, models for making optimal investment decisions, considers the possibilities of using methods and models of data mining in the banking sector, proposes models for forming a marketing mix of companies based on DATA SCIENCE technologies, models for monitoring personnel resistance to organizational changes, models of system analysis in the project activities of organizations management .

УДК 33.012.2:004.94
М 75

*Рекомендовано к печати ученым советом
Харьковского национального экономического университета
имени Семена Кузнеця
(протокол № 4 от 31 мая 2021 г.)*

Рецензенты: **Левицкий С.И.** – докт. экон. наук, заведующий кафедрой экономической кибернетики и инженерии программного обеспечения Запорожского института экономики и информационных технологий
Пискунова Е.В. – докт. экон. наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования и статистики ГВУЗ «Киевский национальный экономический университет им. Вадима Гетьмана»

М 75 **Модели системного анализа в управлении экономическими процессами** / Под ред. докт. экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С. Клебановой, докт. экон. наук, проф. Л.С. Гурьяновой – Братислава-Харьков, ВШЭМ – ХНЭУ им. С. Кузнеця, 2021. – 476 с. Укр. яз., русск. яз., англ. яз.

ISBN 978-80-89654-80-2

Авторский коллектив: Пономаренко В.С., д.э.н., проф., ректор – введение, п.3.8; Клебанова Т.С., д.э.н., проф. – введение, п.1.3; Цибакова В., ректор – п.2.7; Зима А.Г., к.э.н., проф., проректор – п.1.5; Филип С., д.ф., вице-ректор – п.1.3; Бакурова А.В., д.э.н., проф. – п.1.9; Богачкова Л.Ю., д.э.н., проф. – п.1.4; Буртяк И.В., д.э.н., проф. – п.2.2; Витлинский В.В., д.э.н., проф. – п.2.1; Городнов В.П., д.в.н., проф. – п.1.6; Григорук П.М., д.э.н., проф. – п.2.5; Гурьянова Л.С., д.э.н., проф. – п.1.5; Данич В.Н., д.э.н., проф. – п.3.1; Иванов Р.В., д.э.н., доц. – п.2.9; Каминский А.Б., д.э.н., проф. – п.2.10; Колбина Т.В., д.п.н., проф. – п.3.7; Лепа Р.Н., д.э.н., проф. – п.3.6; Матвийчук А.В., д.э.н., проф. – п.2.4; Минц А.Ю., д.э.н., доц. – пп.2.3, 3.3; Николаев А.Г., д.ф.-м.н., проф. – п.1.5; Полуэктова Н.Р., д.э.н., доц. – п.1.3; Порохня В.М., д.э.н., проф. – п.1.2; Соловьев В.Н., д.ф.-м.н., проф. – п.2.4; Турлакова С.С., д.э.н., доц. – п.3.4; Устенко С.В., д.э.н., проф. – п.2.6; Хрущ Н.А., д.э.н., проф. – п.2.5; Черняк А.И., д.э.н., проф. – п.3.2; Артеменко В.Б., к.э.н., доц. – п.1.8; Артеменко Л.В., д.ф. – п.1.8; Диденко А.В., к.э.н., доц. – п.1.9; Катунина О.С., к.э.н., доц. – п.2.1; Маврина М.И., к.э.н. – п.3.3; Малицкая А.П., к.ф.-м.н., доц. – п.2.2; Морозова Н.Л., к.э.н., доц. – п.1.7; Негрей М.В., к.э.н., доц. – п.2.10; Остапенко А.П., к.э.н. – п.1.2; Панасенко О.В., к.э.н., доц. – пп.1.3, 3.5; Полякова О.Ю., к.э.н., доц. – п.2.7; Рудаченко О.А., к.э.н., доц. – п.1.3; Сергиенко Е.А., к.э.н., доц. – п.1.7; Сердюк А.А., к.э.н., доц. – п.2.4; Сташкевич И.И., к.э.н. – п.3.6; Стрельченко И.И., к.э.н., доц. – п.1.1; Татар М.С., к.э.н., доц. – п.3.1; Чаговец Л.А., к.э.н., доц. – п.3.5; Чернова Н.Л., к.э.н., доц. – п.2.7; Щербакова Ю.А., к.ф.-м.н., доц. – п.3.5; Ющенко Н.Л., к.э.н., доц. – п.2.8; Яценко Р.Н., к.э.н., доц. – п.3.8; Бусыгин В.В., асп. – п.2.9; Заржецкий В.И., асп. – п.3.9; Остапович Т.В., асп. – п.2.6; Пенев В.А., асп. – п.1.2; Сиделев П.А., асп. – п.2.3; Соколова Н.А., асп. – п.1.7; Артеменко Е.В., маг. – п.1.8; Белинский А.А., маг. – п.2.4; Козенкова В.Д., маг. – п.2.9; Кучук А.О., маг. – п.1.5; Пайонк О.П., маг. – п.2.5; Фаренюк Я., маг. – п.3.2; Хрущ В.О., маг. – п.2.5; Шпак А.В., маг. – п.3.5; Шумило Я.Н., маг. – п.3.4; Яковлев А.А., маг. – п.3.8.

В монографии рассматриваются модели системного анализа в управлении экономическими процессами на макро-, мезо- и микроуровне. Разработаны модели нейронных сетей для решения задач динамической кластеризации экономических систем по уровню устойчивости к воздействию «шоков», модели машинного обучения для управления безопасностью социально-экономических систем, модели оценки уровня социальной напряженности, модели развития сложных социально-экономических систем, модели структурного анализа развития территориальных образований. Особое внимание уделено системному моделированию финансовых процессов и управлению организациями. В работе предложены модели управления финансовой безопасностью, модели раннего распознавания кризисов, модели принятия оптимальных инвестиционных решений, рассмотрены возможности использования методов и моделей интеллектуального анализа данных в банковской сфере, предложены модели формирования маркетинг-микса компаний на базе DATA SCIENCE технологий, модели мониторинга сопротивления персонала организационным изменениям, модели системного анализа в управлении проектной деятельностью организаций.

ISBN 978-80-89654-80-2

© Коллектив авторов, 2021

CONTENTS

INTRODUCTION.....	9
CHAPTER 1. SYSTEMS MODELING OF MACRO AND MESO PROCESSES	11
1.1. The use of neural networks in the problems of dynamic clustering of economic systems	11
1.2. Security strategies based on assessing the economic, innovative and environmental potential of states using machine learning.	25
1.3. Analysis of trends in the integral indicators of tension of the socio- economic developmen.....	44
1.4. Competitiveness of countries in global energy markets in the context of green energy transformation	51
1.5. Modeling of assessment the socio-economic impact of the “shock” induced by COVID-19	69
1.6. Methodological foundations for the development and forecast of the socio-economic processes mathematical models effectiveness	87
1.7. Modeling the development of complex hierarchical systems based on the virality of innovation.....	103
1.8. The socio-economic dimension of Ukraine in the context of the population quality of life critea: econometric approach	122
1.9. Analysis of structural features of the development of communities ...	137
CHAPTER 2. MODELS OF SYSTEMS ANALYSIS OF THE FINANCIAL PROCESSES	154
2.1. Feature engineering based on dynamic factors for forecast modeling of development and evolution of economic systems.....	154
2.2. Models of using real options to make investment decisions	185
2.3. Detecting payment card fraud with auto machine learning	194
2.4. Permutation based complexity measures and crashes	204

2.5. Shaping the model basis for financial and economic security management system	218
2.6. AI at banking services	230
2.7. Dollar index forecasting model	244
2.8. Models and methodological bases for analyzing the investment attractiveness of thermal power facilities in the context of the need to develop a competitive market in Ukraine in order to protect the economic interests of consumers.....	255
2.9. Logical reliability model study of the blockchain technology.....	265
2.10. Passing through COVID-19 financial shock by Artificial Intelligence ETFs: changes in risk-return correspondence	276

CHAPTER 3. SYSTEMS ANALYSIS AND ORGANIZATIONS

MANAGEMENT	290
3.1. Concept of business entities socio-economic interaction in the conditions of global challenges	290
3.2. Marketing mix modeling for pharmaceutical companies on the basis of Data Science technologies	320
3.3. Modeling the influence of reflexive management tools on the consumer decision making process	342
3.4. Modeling of processes of reflexive management of consumer behavior in the marketing activity of enterprise	356
3.5. Methods of systems analysis in the management of the small business enterprise project activity	368
3.6. Scientific-methodical approach to monitoring of resistance of personnel to organizational changes at the enterprise	381
3.7. Theoretical aspects of modelling educational and professional training of future specialists	395
3.8. Systems analysis of the e-learning courses quality assessment models.....	421
3.9. Informational economy as a primary propellant of the modern educational processes development	440
APPENDIXES.....	452

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ	11
1.1. Використання нейронних мереж в задачах динамічної кластеризації економічних систем	11
1.2. Security strategies based on assessing the economic, innovative and environmental potential of states using machine learning.	25
1.3. Аналіз динаміки інтегральних показників напруженості соціально-економічного розвитку	44
1.4. Конкуренентоспособность стран на глобальных энергорынках в контексте «зеленой» трансформации энергетики	51
1.5. Моделювання соціально-економічних наслідків «шоку», індукованого COVID-19	69
1.6. Methodological foundations for the development and forecast of the socio-economic processes mathematical models effectiveness	87
1.7. Моделювання розвитку складних ієрархічних систем на западах віральності інновацій	103
1.8. Соціально-економічний вимір України в контексті критеріїв якості життя населення: економетричний підхід	122
1.9. Analysis of structural features of the development of communities ...	137
ГЛАВА 2. МОДЕЛІ СИСТЕМОГО АНАЛІЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ	154
2.1. Feature engineering на базе динамических факторов для прогнозного моделирования развития и эволюции экономических систем	154
2.2. Моделі використання реальних опціонів для прийняття інвестиційних рішень	185
2.3. Detecting payment card fraud with auto machine learning	194
2.4. Permutation based complexity measures and crashes	204

2.5. Формування модельного базису системи управління фінансово-економічною безпекою	218
2.6. AI at banking services	230
2.7. Модель прогнозування індексу долара.....	244
2.8. Models and methodological bases for analyzing the investment attractiveness of thermal power facilities in the context of the need to develop a competitive market in Ukraine in order to protect the economic interests of consumers.....	255
2.9. Logical reliability model study of the blockchain technology.....	265
2.10. Passing through COVID-19 financial shock by Artificial Intelligence ETFs: changes in risk-return correspondence	276

ГЛАВА 3. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯМИ	290
3.1. Концепт соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів.....	290
3.2. Моделювання маркетингового міксу фармацевтичних компаній на базі Data Science технологій	320
3.3. Моделирование влияния рефлексивных инструментов управления на процесс принятия потребительских решений	342
3.4. Моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств	356
3.5. Методи системного аналізу в управлінні проектною діяльністю суб'єктів малого підприємництва	368
3.6. Науково-методичний підхід до моніторингу опору персоналу організаційним змінам на підприємстві.....	381
3.7. Теоретичні аспекти моделювання освітньої та професійної підготовки майбутніх фахівців	395
3.8. Системний аналіз методик оцінки якості електронних курсів.....	421
3.9. Інформаційна економіка як головна рушійна сила розвитку сучасних освітніх процесів.....	440
ПРИЛОЖЕНИЯ	452

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития экономики характеризуется, с одной стороны, активными трансформационными процессами, появлением новых секторов экономики, которые динамично развиваются, а с другой, перманентными экономическими, финансовыми, социальными, техногенными и т.д. кризисами в результате неэффективного управления социально-экономическими системами (СЭС). Демонстрацией недостаточного уровня гибкости и эффективности существующих механизмов управления является системный «шок», вызванный пандемией COVID-19. В этих условиях актуализируются вопросы разработки адекватных моделей системного анализа и управления, которые позволяют выявить причинно-следственные связи и доминантные факторы развития социально-экономических систем, закономерности их развития, осуществить системную оценку последствий управленческих решений, сформировать наиболее эффективную стратегию для обеспечения инклюзивного, устойчивого социально-экономического роста.

В монографии предложены такие модели системного анализа в управлении экономическими процессами на макро- и мезоуровне, как модели нейронных сетей в задачах динамической кластеризации экономических систем, модели машинного обучения в управлении безопасностью СЭС, модели оценки конкурентоспособности стран на глобальных энергорынках в контексте «зеленой» трансформации энергетики, модели оценки уровня социальной напряженности и влияния «шоков» на динамику социально-экономических процессов, модели развития сложных социально-экономических систем, модели структурного анализа развития территорий и оценки качества жизни населения.

Особое внимание в монографии уделено системному моделированию финансовых процессов. Авторами разработаны модели управления финансовой безопасностью, модели раннего распознавания кризисов,

модели оценки инвестиционной привлекательности объектов теплоэнергетики, модели принятия оптимальных инвестиционных решений, рассмотрены возможности применения методов и моделей интеллектуального анализа данных в банковской сфере, разработаны модели прогнозирования индикаторов с учетом воздействия глобальных финансовых «шоков».

Завершающий раздел монографии посвящен проблемам разработки моделей системного анализа в управлении организациями. Авторами предложены модели мониторинга сопротивления персонала организационным изменениям на предприятии, модели оценки влияния рефлексивных инструментов управления на процесс принятия потребительских решений, модели системного анализа в управлении проектной деятельностью, модели формирования маркетингового микса компаний на базе технологий Data Science.

Коллектив авторов монографии является участником XIII Международной научно-практической конференции “Современные проблемы моделирования социально-экономических систем” (8-9 апреля 2021 г.), цель которой состоит в обсуждении научных и практических проблем системного анализа и экономико-математического моделирования. За минувшие годы в рамках конференции было издано тринадцать сборников тезисов докладов, десять коллективных монографий общим объемом свыше 160 усл.-печ. листов. С материалами прошедших научных конференций можно ознакомиться на сайте конференции <https://mpsesm.org>. Общая редакция содержания монографии осуществлена докт. экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С. Клебановой, докт. экон. наук, проф. Л.С. Гурьяновой; техническая и стилистическая редакция – канд. экон. наук, доц. Яценко Р.Н.

ГЛАВА 1

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

1.1. Використання нейронних мереж в задачах динамічної кластеризації економічних систем

В задачах класифікації багатовимірних даних ефективним є використання нейронних мереж. Технологія нейронних мереж дозволяє, зокрема, визначити приналежність точок у просторі розмірністю $n > 3$, що є надзвичайно важливим в задачах дослідження соціально-економічних, біологічних, інформаційних систем.

Для вирішення задач класифікації найбільшого розповсюдження на сьогодні дістали нейронні мережі з наступною архітектурою:

1. Радіально-базисні мережі (англ. термін Radial Basis Function Network, RBF-мережа) – у загальному випадку під радіально базисною нейронною мережею розуміється двошарова мережа без зворотних зв'язків, яка містить прихований шар радіально симетричних нейронів. Радіальні базисні нейронні мережі складаються з більшої кількості нейронів, ніж стандартні мережі з прямою передачею сигналів і навчанням методом зворотного поширення помилки, але на їх створення потрібно значно менше часу. Ці мережі найбільш ефективні, коли є велика кількість навчальних векторів. [1].

2. Мережі Кохонена (англ. термін Kohonen Network) – це один з різновидів нейронних мереж, які використовують неконтрольоване навчання. При такому способі моделювання навчальна множина складається лише зі значень вхідних змінних, в процесі навчання немає порівнювання виходів нейронів з еталонними значеннями. Можна сказати, що така мережа вчиться розуміти структуру даних. Всі подані на вхід сигнали заданої навчальної множини самоорганізована мережа в процесі навчання розділяє на класи, будуючи так звані топологічні карти [2].

3. Мережі векторного квантування (англ. термін LVQ — learning vector quantization) – засновані на навчальному векторному квантуванні та являть собою шар Кохонена, що навчається із вчителем. Побудова LVQ-мережі передбачає попереднє визначення кількості кластерів n , кількості класів m ($n \geq m$) та приналежність кожного кластера до певного класу [2].

4. Мережі зустрічного розповсюдження (Counterpropagation Network) – представляють собою мережі, котрі складаються з двох шарів: шару Кохонена та шару Гроссберга [3-4]. Мережі зустрічного розповсюдження поступаються за точністю багат шаровим перцептронам, проте швидко навчаються та володіють рядом корисних властивостей [5].

Проте, коли існують об'єктивні обмеження на обсяг навчальної вибірки, а в структурі вихідних даних містяться дані лише описові характеристики об'єктів, що підлягають класифікації, та не має еталонної системи класів, до котрих має бути віднесений кожен з них – від трьох з чотирьох наведених типів нейронних мереж досліднику доведеться відмовитись. Та узяти до роботи нейронну мережу Кохонена.

На основі статистичних даних Міжнародного валютного фонду провести кластеризацію економічних систем за рівнем подібності динаміки обраних макроекономічних індикаторів в часі. В якості інструментарію використати нейронну мережу типу Кохонена. Врахувати можливість вибору нейронної мережі з оптимальною топологією.

Метою даного дослідження є побудова нейронної мережі Кохонена з оптимальною топологією, що розбиватиме довільну вибірку з характеристик економічних систем за рівнем подібності зміни обраних макроекономічних індикаторів в часі.

Аналіз та дослідження публікацій. Штучні нейронні мережі є універсальним інструментарієм для ефективного побудови моделей практично будь-яких нелінійних структур [6]. Вони дозволяють вирішувати завдання розпізнавання образів, оптимізації, ідентифікації, управління динамічними об'єктами [7-8].

Мережі Кохонена – це один з різновидів нейронних мереж, що принципово відрізняються від інших, оскільки використовують неконтрольоване навчання. Під час такого навчання навчальна вибірка складається лише зі значень вхідних змінних, в процесі навчання немає порівняння виходів нейронів з еталонними значеннями. Можна сказати, що така мережа навчається розуміти структуру даних.

Ідея нейронної мережі Кохонена належить фінському вченому Тойво Кохонену [2]. Основний принцип роботи мереж – введення в правило навчання нейрона інформації щодо його розташування.

Науковці, які займаються дослідженням мереж Кохонена приходять до неоднозначних висновків щодо їх ефективності порівняно з іншими алгоритмами. Аббас [9] експериментально довів, що мережа Кохонена є більш ефективною порівняно з іншими алгоритмами кластеризації майже в усіх випадках. В інших роботах встановлено, що даний тип нейронних мереж менш схильний до локальних мінімумів, ніж алгоритм k-середніх [10]. Натомість існують дослідження, котрі демонструють, що застосування мереж Кохонена в задачах кластеризації не перевершує показники ієрархічного методу кластеризації та методу k-середніх та іноді виявляється менш ефективним. [11].

Проте в рамках даного дослідження мережі Кохонена володіють набором переваг, порівняно з іншими методами кластеризації, зокрема:

- 1) доведено ефективно працюють в умовах невеликого обсягу навчальної вибірки;
- 2) реалізують концепцію «навчання без учителя»;
- 3) мають інтуїтивно зрозумілу та високоякісну графічну візуалізацію.

Викладення основного матеріалу

Кластеризація – це поділ досліджуваної безлічі об'єктів на групи «схожих» об'єктів, які називаються кластерами [12]. Завдання кластеризації принципово відрізняється від завдання класифікації. Рішенням задачі

класифікації є віднесення кожного з об'єктів до одного із заздалегідь визначених класів. У задачі кластеризації відбувається віднесення об'єкта до одного з невизначених класів. Розбиття об'єктів на кластери здійснюється при одночасному їх формуванні.

Змістовний аналіз отриманих кластерів дозволяє виявити нові закономірності в сукупності досліджуваних об'єктів, допомагає виявити аномалії. Відносячи новий об'єкт до одного з кластерів, можна прогнозувати поведінку об'єкта, оскільки його поведінка буде схожою з поведінкою інших об'єктів, що увійшли до кластера.

Формально задача кластеризації описується наступним чином [13]. Існує множина об'єктів $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, кожен з яких характеризується вектором x_j , $j = 1, 2, \dots, n$ параметрів: $x_j = \{x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jm}\}$. Кластеризація передбачає побудову відображення початкової множини I на множину кластерів C :

$$I \rightarrow C, C = \{c_1, c_2, \dots, c_k, \dots, c_g\}, \quad (1)$$

де c_k – кластер, що містить «подібні» об'єкти з множини I :

$$c_k = \{i_j, i_p \mid i_j \in I, i_p \in I \text{ та } d(i_j, i_p) < \sigma\}, \quad (2)$$

де σ – величина, котра визначає ступінь подібності для включення об'єктів до одного кластера,

$d(i_j, i_p)$ – міра близькості між об'єктами, або відстань між кластерами.

У випадку, коли відстань між двома об'єктами i_j та i_p – $d(i_j, i_p)$ менша за визначене значення σ , об'єкти вважаються близькими (схожими) і розміщуються в одному кластері. У протилежному випадку – об'єкти i_j та i_p є відмінними та розташовані у різних кластерах. Умову (2) називають гіпотезою компактності кластерів.

Для визначення відстані між кластерами існує декілька варіантів. В мережі Кохонена зазвичай використовують евклідову відстань. Евклідова

відстань між векторами – це евклідова норма різниці векторів, або довжина відрізка, котра поєднує точки i_j та i_p .

$$d(i_j, i_p) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (i_j - i_p)^2} = \|i_j - i_p\|, \quad (3)$$

Один цикл навчання мережі Кохонена наведений на рис. 1 [14].

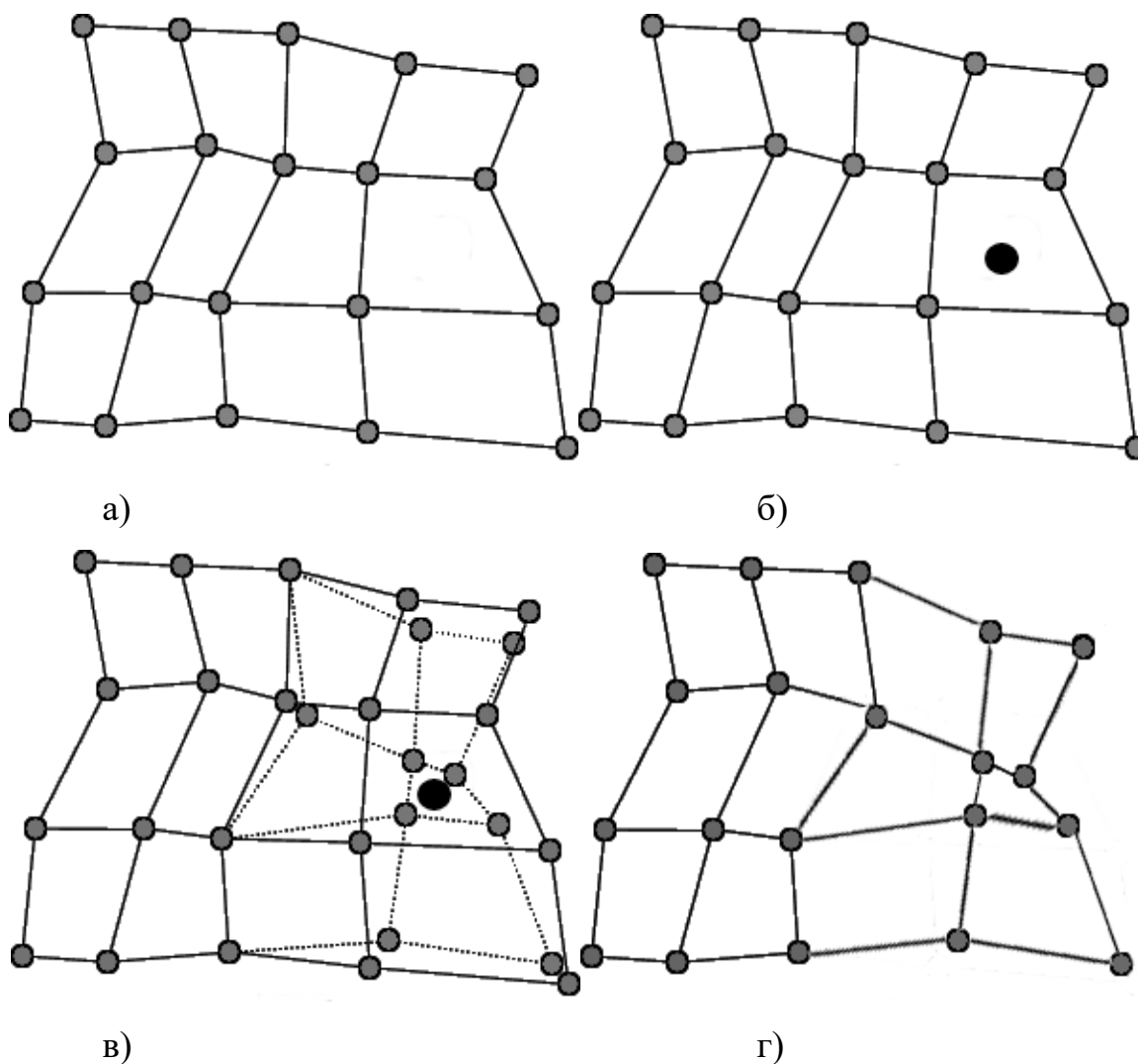


Рис. 1. Приклад навчання карти Кохонена для одного вхідного прикладу:
а) вихідна нейронна мережа із вагами розподіленими випадковим чином;
б) розташування навчального прикладу в координатах карти Кохонена;
в) навчання нейронної мережі у відповідності із навчальним прикладом;
г) навчена нейронна мережа після першого навчального прикладу.

Процес рішення задачі кластеризації на основі мережі Кохонена є неоднозначним. По-перше, не існує однозначно найкращого критерію якості кластеризації. Відомий цілий ряд досить розумних критеріїв, а також ряд алгоритмів, які не мають чітко вираженого критерію, але здійснюють досить розумну кластеризацію. Всі вони можуть давати різні результати. По-друге, число кластерів, як правило, невідомо заздалегідь і встановлюється відповідно до деякого суб'єктивного критерію. По-третє, результат кластеризації істотно залежить від початкової матриці ваг та може істотно відрізнятись для однієї навчальної вибірки при різних прогонах машинної реалізації алгоритму.

В межах даного дослідження запропоноване та експериментально протестоване можливе рішення перерахованих вище проблем.

Розглянемо наступну задачу. Існує вибірка з 66 країн, що характеризуються різним рівнем розвитку економіки. Під час проходження світової фінансової кризи (2007-2009 рр.) зафіксовані щоквартальні дані наступних макроекономічних індикаторів: валовий внутрішній продукт, зовнішні зобов'язання резидентів країни перед нерезидентами, валютний курс, обсяг золотовалютних резервів, вартість державних облігацій.

Якщо розглянути розмірність даних, то кожна точка характеризується п'ятьма координатами – значеннями макроекономічних індикаторів, кожен з яких у свою чергу має глибину в дванадцять часових значень. Загалом така система характеристик вкладається у шість вимірів: час та п'ять макроекономічних показників.

Потрібно розділити початкову сукупність на групи, в межах яких динаміка обраних індикаторів протягом зазначеного періоду буде подібною.

Зважаючи на це, автор пропонує використати в якості критерію «подібності» ранговий коефіцієнт конкордації Кендала [5-7]. Він характеризує ступінь узгодженості між набором змінних, що є оцінками множини вихідних даних:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (3)$$

де n – кількість об'єктів, що підлягають ранжуванню; m – кількість вибірок; а змінна S – знаходиться за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2, \quad (4)$$

де R_i – сума рангів i -го об'єкту ($R_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}$); \bar{R} – середнє суми рангів за всіма об'єктами.

В термінах вирішуваної задачі змінні, що увійшли до виразів (3) – (4), мають таку інтерпретацію: n – довжина часового ряду ($n = 12$); m – кількість країн, що увійшли до конкретного кластеру (приймає значення від 1 до 66).

R – вектор рангів від 1 до 12, що проставляються по рядках кожної з п'яти матриць індикаторів окремо для кожної країни таким чином, щоб максимальному значенню індикатора призначався ранг 1, а найменше значення показника отримувало ранг 12. Така процедура повторюється для всіх рядків матриць (m разів за кількістю країн кластера). За таких умов i -ий об'єкт у формулах (3) – (4) описується вектором елементів R_{ij} , які є рангами всіх країн даного кластеру у i -му періоді.

Розраховане значення коефіцієнту конкордації вказує, чи існує схожість у тому, як змінювався цільовий показник в межах даної групи країн. Значення коефіцієнта конкордації знаходиться в інтервалі $0 \leq W \leq 1$. Якщо $W = 0$, то послідовності рангів різних країн кластеру у відповідні періоди є абсолютно неузгодженими (несхожими). У випадку $W = 1$ результат інтерпретується як повний збіг у динаміці досліджуваних показників. Чим ближче W до 1, тим більша узгодженість спостерігається у вихідних рядах даних за різними країнами в межах одного кластеру.

Використання коефіцієнта конкордації на початковій фазі дослідження має ряд переваг:

1. Він немає обмежень щодо типу розподілу вхідних даних.
2. Не потрібно попередньо обробляти вихідні дані, щоб співвіднести їх до спільної шкали.

3. Відсутні обмеження на розподіл оцінок у рядках матриці рангу, наприклад, нормальний розподіл або лінійні співвідношення.

4. Має просту та інтуїтивно зрозумілу інтерпретацію.

Значення коефіцієнта конкордації дозволить оцінити рівень подібності у динаміці відібраних індикаторів у кризовий період.

Для того аби протестувати ефективність використання коефіцієнта конкордації для визначення оптимальної топології карти Кохонена розрахуємо певні його стартові значення для подальшого порівняння. Зокрема, розділимо вихідну вибірку вручну на дві групи відповідно до загальноприйнятої класифікації Міжнародного валютного фонду на країни з розвинутою економікою та групу країн з економікою, що розвивається. Обчислимо значення коефіцієнта конкордації для кожного з п'яти індикаторів. Результати розрахунків представлені у вигляді пелюсткової діаграми на рис. 2.

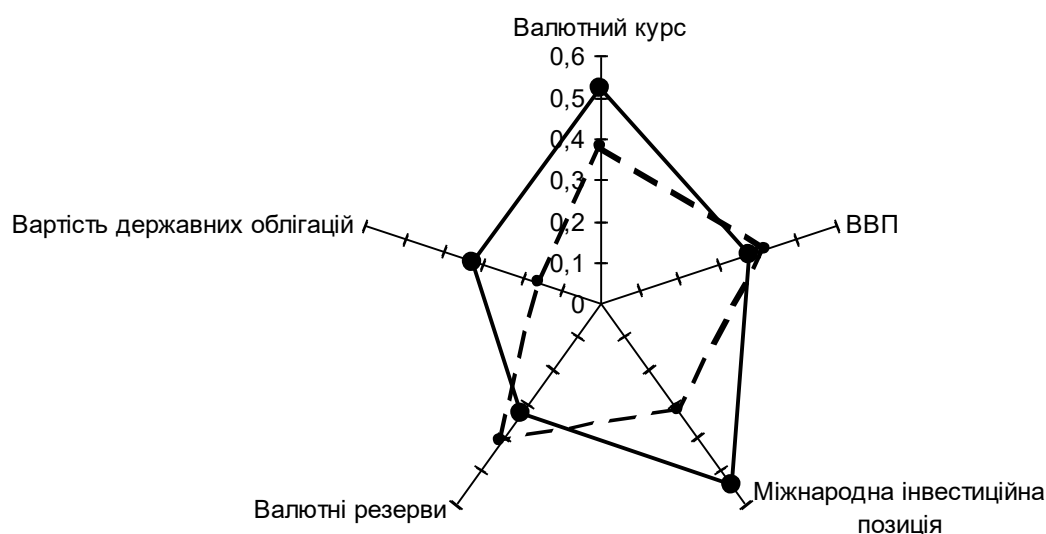


Рис. 2. Пелюсткова діаграма рангового коефіцієнта конкордації для двох груп країн за класифікацією МВФ: країни з розвинутою економікою – суцільна лінія; країни з економікою, що розвивається – переривчаста лінія

Значення коефіцієнта конкордації свідчать про низький рівень подібності динаміки досліджуваних індикаторів в межах кожної групи. Зокре-

ма, для групи країн з розвинутою економікою лише два з п'яти показників мають значення коефіцієнта конкордації трохи більші за 0,5: для валютного курсу $W_1 = 0,5183$ та міжнародної інвестиційної позиції $W_3 = 0,5426$. Що стосується групи країн з економікою, котра розвивається, значення коефіцієнта для всіх показників не перевищує 0,4. Це вказує на те, що процес проходження світової фінансової кризи 2007-2009 рр. різними країнами не залежав від того, чи вони належать до групи країн з розвинутою економікою або таких, що розвиваються.

Отже, відповідно до мети дослідження постає питання розбиття множини досліджуваних країн на групи, однорідні за процесом проходження через фінансову кризу. Це вимагає вирішення задачі побудови нейронної мережі типу карти Кохонена з топологією, оптимальною за обраним критерієм. Для вибору оптимальної структури майбутнього класифікатора на основі рангового коефіцієнта конкордації розроблено та програмно реалізовано в системі MATLAB алгоритм, що складається з таких кроків:

1. Задається початкова кількість кластерів $N=2$ нейронної мережі.
2. Відбувається попередня нормалізація даних.
3. Будується нейронна мережа із заданою на першому кроці кількістю кластерів N .

4. Обчислюються коефіцієнти рангової конкордації для отриманої

кластерної структури $\left(\begin{matrix} W_{11}^k, & \dots & W_{1j}^k, & \dots & W_{1l}^k \\ & \ddots & & & \\ W_{i1}^k, & \dots & W_{ij}^k, & \dots & W_{il}^k \\ & & \ddots & & \\ W_{N1}^k, & \dots & W_{Nj}^k, & \dots & W_{Nl}^k \end{matrix} \right)$, де l – кількість макроеко-

номічних індикаторів ($l = 5$), k – номер ітерації алгоритму.

5. Розраховується критерій оптимальності $PO_N^k = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^l W_{ij}^k$.

6. Відбувається порівняння параметрів оптимальності – поточної та отриманої на попередній ітерації: якщо $PO_N^k > PO_N^{k-1}$, то структура нейрон-

ної мережі, що має більше значення параметра оптимальності, зберігається окремо в робочій області.

7. Ітерації алгоритму продовжуються до тих пір, доки не будуть перевірені всі можливі кластерні структури.

Кілька структур нейронної мережі, що були отримані під час моделювання, наведені на рис. 3.

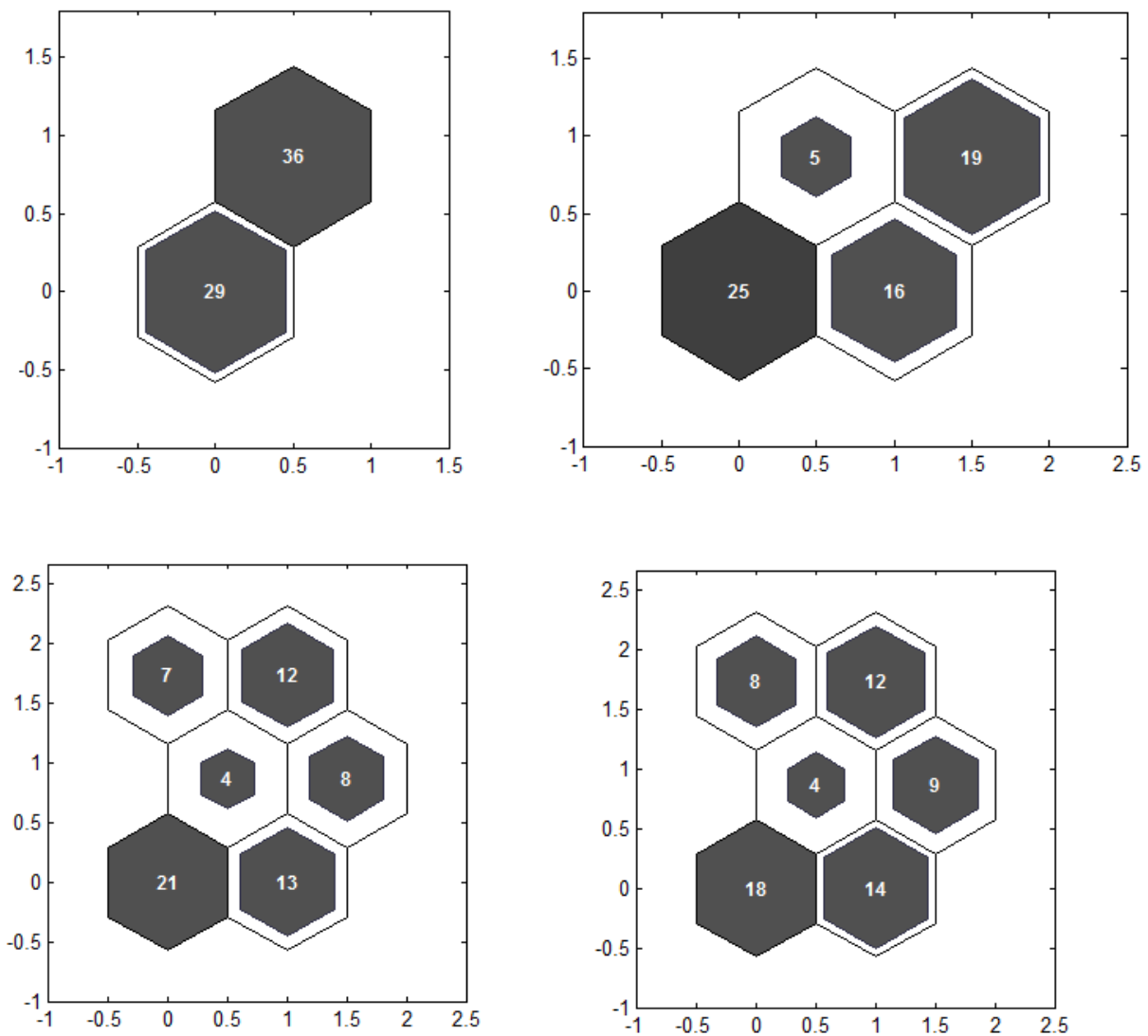


Рис. 3. Структура карти Кохонена, отримана на різних ітераціях роботи алгоритму

Результатом роботи оптимізаційного алгоритму стала карта Кохонена, що розбиває початкову вибірку на шість груп та має топологію, опти-

мальну за обраним критерієм. Візуалізація підсумкової кластерної структури наведена на рис. 4.

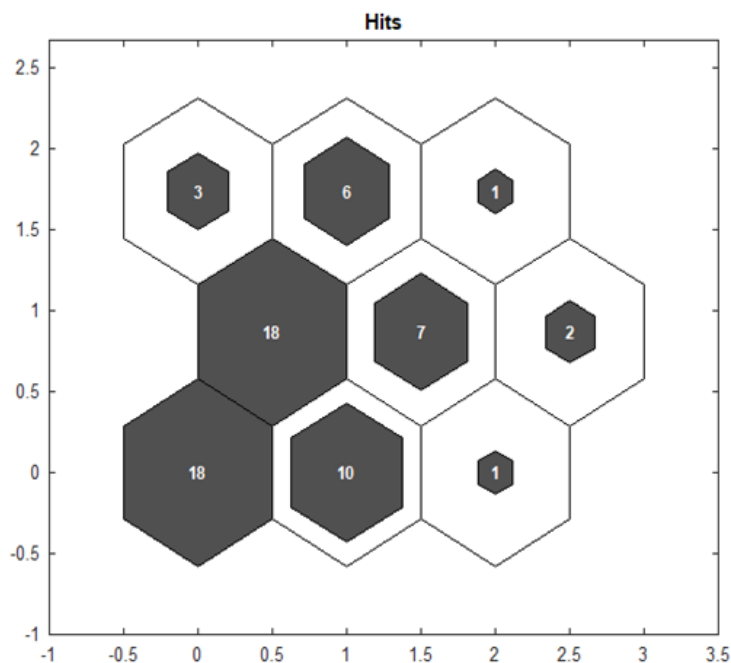


Рис. 4. Кластерна структура нейронної мережі типу карти Кохонена, оптимальна за обраним критерієм

На рис. 5 зображена пелюсткова діаграма рангового коефіцієнта конкордації, що відповідає нейронній мережі з оптимальною топологією.

Порівнюючи отримані значення коефіцієнта робимо висновок про суттєве зростання подібності в динаміці макроекономічних індикаторів (валовий внутрішній продукт, зовнішні зобов'язання резидентів країни перед нерезидентами, валютний курс, обсяг золотовалютних резервів, вартість державних облігацій) всередині кожної з дев'яти груп у порівнянні зі стартовою класифікацією.

Так, значення коефіцієнта конкордації не опускається нижче 0,5 та у 50 % випадків знаходиться в межах від 0,7 до 0,9. Що свідчить про високий рівень подібності у реакції досліджуваних динамічних економічних систем зі сформованих груп на протікання світової фінансової кризи 2007-2009.

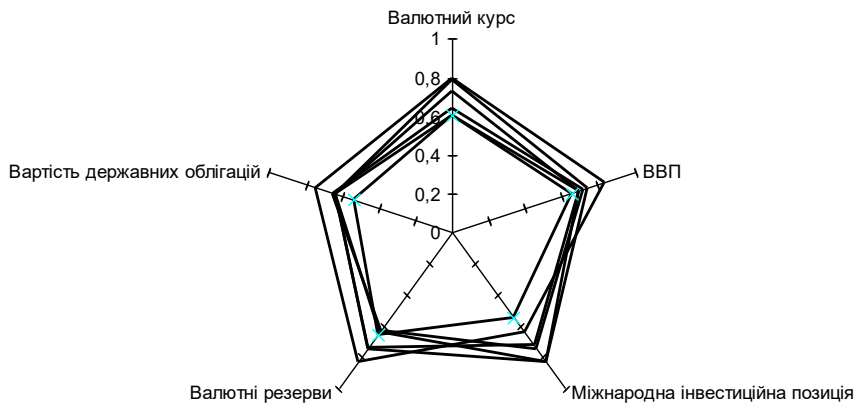


Рис. 5. Пелюсткова діаграма рангового коефіцієнта конкордації, що відповідає оптимальній кластерній структурі нейронної мережі-класифікатора

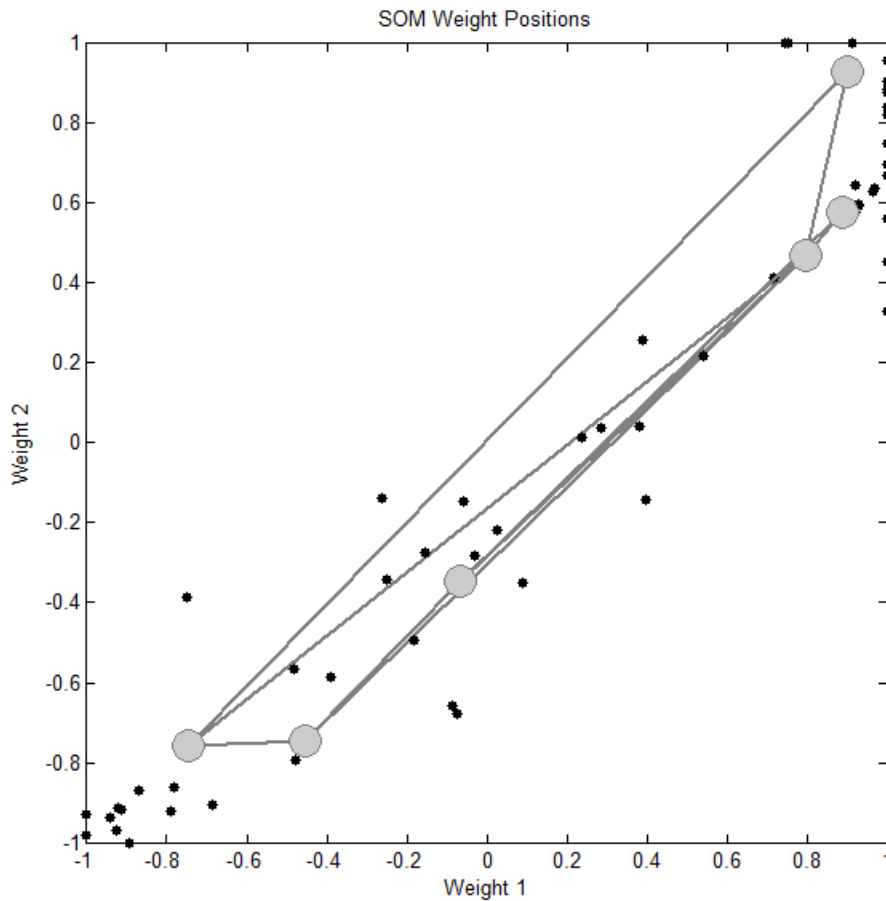


Рис. 6. Діаграма розташування нейронів карти Кохонена з оптимальною топологією, що відповідає кластерній структурі вихідної вибірки.

Висновки. Результатом проведеного дослідження є розроблені концептуальні положення побудови нейронної мережі Кохонена з оптимальною топологією для розв'язання задачі кластеризації економічних систем. В якості критерію оптимальності запропоновано використати систему рангових коефіцієнтів конкордації. Розроблена та протестована процедура знаходження нейронної мережі, що виконує найкращу кластеризацію навчальної вибірки за обраним критерієм. Написаний програмний модуль, що реалізує процес побудови нейронної мережі Кохонена з оптимальною топологією, та розбиває довільну вибірку з характеристик економічних систем за рівнем подібності зміни обраних макроекономічних індикаторів в часі.

Запропоновані концептуальні положення є універсальними та можуть бути використані в задачах динамічної кластеризації економічних, соціальних, медичних об'єктів, для машинного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стрельченко І.І. Концептуальні засади макропрогнозування на основі системи нейронних мереж. Економічний аналіз. Т. 27, № 2. С. 68-73.
2. Матвійчук А.В., Стрельченко І.І. Використання системи випереджальних індикаторів для прогнозування негативних зрушень на фінансовому ринку України. Фінанси України. 2015. № 8. С. 74-87. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu_2015_8_7.
3. Babecký J., Havránek T., Matějů J., Rusnák M., Šmídková K., Vašíček B. Banking, Debt, and Currency Crises: Early Warning Indicators for Developed Countries. ECB Working Paper. 2012. No. 1485. 43 p. URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1485.pdf>.
4. Kaminsky G., Lizondo S., Reinhart C. Leading indicators of currency crises. IMF Staff Papers. 1998. Vol. 45, No. 1. P. 1-48.
5. Ferrari S., Pirovano M. Early warning indicators for banking crises: a conditional moments approach. MPRA Paper. 2015. No. 62406. 24 p. URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/62406/1/MPRA_paper_62406.pdf.
6. Behn, M., Detken, C., Peltonen, T. and Schudel, W. Setting countercyclical capital buffers based on early warning models: Would it work? ECB Working Paper. 2013. No. 1604. 44 p. URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1604.pdf>.
7. Engle R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation. Econometrica. 1982. № 50 (4). P. 987–1008.
8. Soloviev V., Belinskij A. Methods of nonlinear dynamics and the construction of cryptocurrency crisis phenomena precursors. Proceedings of the 14th International Conference on

ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Kyiv, 2018. Vol. II. P. 116–127. URL: http://ceur-ws.org/Vol2104/paper_175.pdf

9. The Special Data Dissemination Standard. IMF. 2013. 113 p. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/sdds/guide/2013/sddsguide13.pdf>

10. Стрельченко І.І. Моделювання трансграничного розповсюдження кризових явищ на основі комплексу нейронних мереж. Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. 2016. № 5. С. 180-198. URL: <http://nfimte.com/assets/journal/5/Strelchenko.pdf>.

11. Стрельченко І.І. Вибір оптимальної топології нейронної мережі в задачах класифікації динамічних економічних систем. Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. 2017. № 6. С. 142-157. URL: <http://nfimte.com/assets/journal/6/Strelchenko.pdf>.

12. Kendall M. G. Rank correlation methods. New York: Hafner Publishing Co, 1955. 160 p.

13. Kendall M. G., Babington B. S. The problem of m rankings. Annals of Mathematical Statistics. 1939. No. 10, Vol. 3. P. 275-287.

14. Legendre P. Species associations: The Kendall coefficient of concordance revisited. Journal of Agricultural, Biological, & Environmental Statistics. 2005. Vol. 10. P. 226–245.

1.2. Security strategies based on assessing the economic, innovative and environmental potential of states using machine learning

Introduction

Recently, the global security situation of states has changed on the planet. In the world, there is a tendency for a new arms race, as evidenced by the generalized of authors, table 1 [1].

The trouble is new concepts and technologies for modern strategic long-term defense planning of states are gaining importance. In the face of diverse confrontation, major players in global and regional security are addressing the issues of the hybrid wars and the defense capabilities of countries.

Table 1

Link to the next wave of weapons race (armament costs)

2018	Ukraine	Poland	Russia	Turkey	France	India	Saudi Arabia	China	USA	NATO	Total
\$billion / %increase	4.8/21	11.6/8.9	61.4	19/24	63.8	66.5	67.6	250/5	649/4.6	100	1822

Fig. 1 schematically presents the concept of planning for the defense capabilities of the armed forces, supported by the economic capabilities of the states, which at one time highlighted by Charles J. Hitch as a list of the most typical decisions. Ever since the previous Cold War, it has received a modern understanding of such processes [2].

It should be noted that Works of Gorbulin V. and Kachinsky A. [1,3], Bogdanovich V., Semenchenko A. [2] deserve attention for the strategic planning of Ukraine's national security.

Presentation of the main research material

The new wave of arms race is directly related to the development of the economies of competing states, both economically and militarily. Therefore, possible scenarios for the development of states' economies should influence the course of military defense confrontation.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

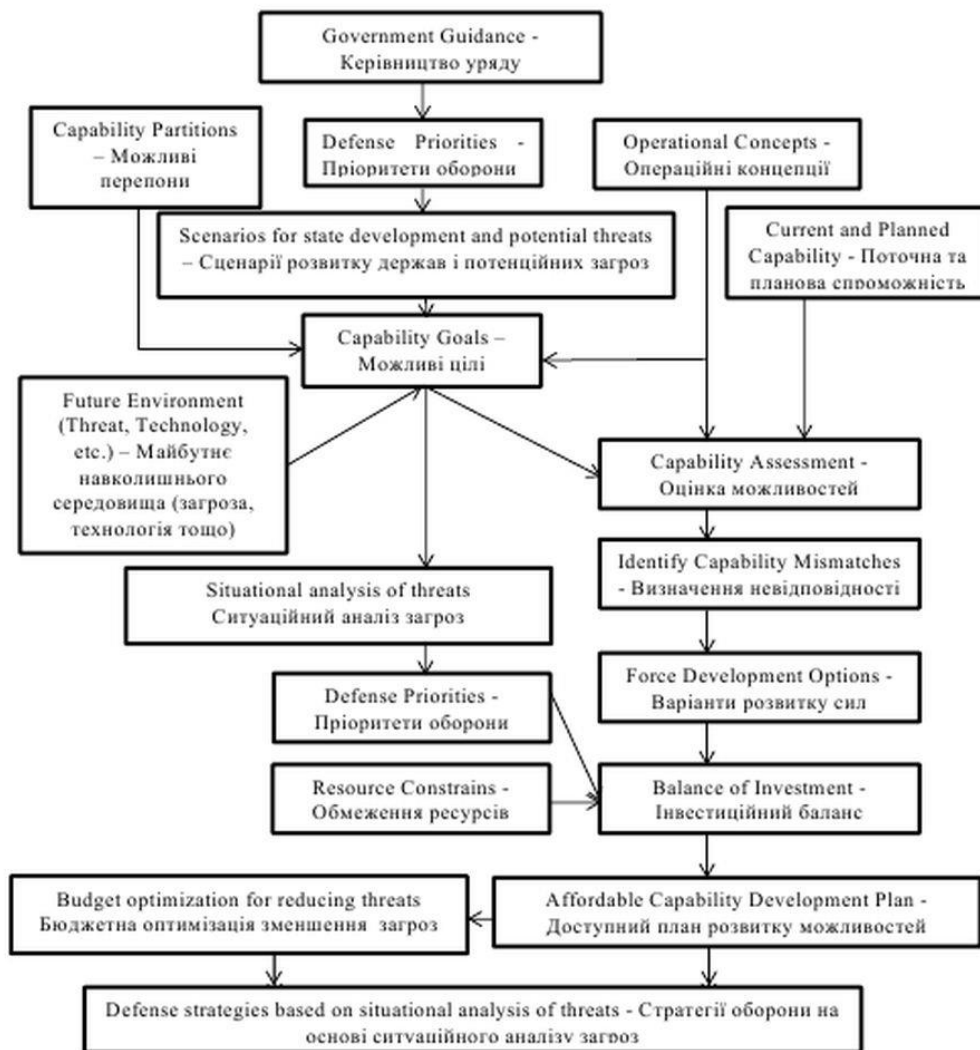


Fig. 1. The general process of planning on the basis of opportunities and situational analysis of threats.

Source: synthesized by authors on the basis of source processing [2]

It is important to keep in mind that concerning the defense and security of the Ukrainian state should be noted that it is in a state of hybrid war and this situation needs to take into account the prospects of development of relations between the neighboring countries (Poland, Belarus, Russia, Turkey) and influential states (USA, China).

In general, the implementation of these stages has based on the creation of the concept of an optimal strategy for the development of the Armed Forces of Ukraine. In turn, the structure of the concept of defense depends on the econom-

ic capabilities of Ukraine's neighbors and their possible military intentions, which is presented in Fig. 2.

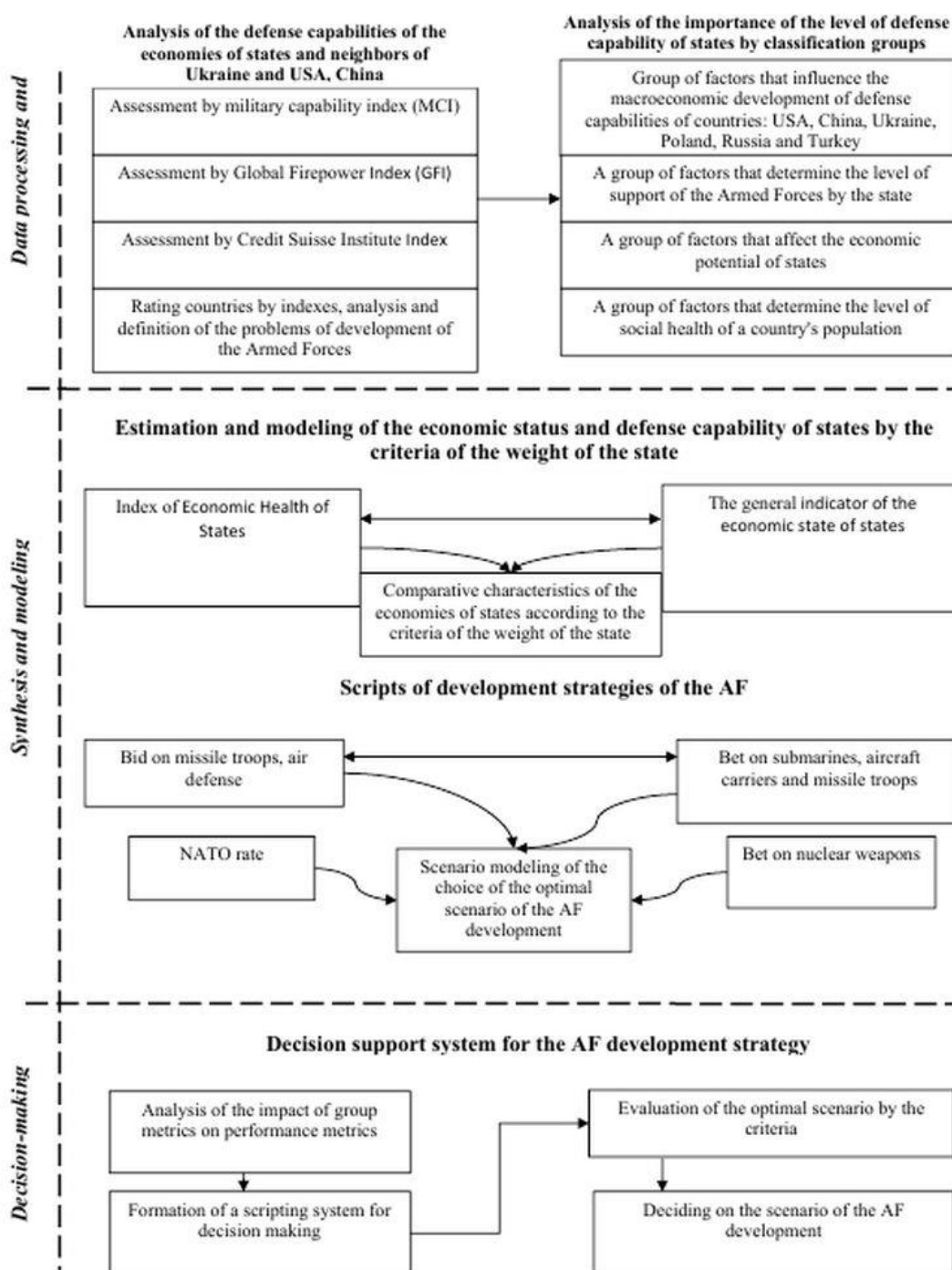


Fig. 2. The concept of the strategy of development of the Armed Forces based on economic opportunities

The main factors behind the conceptual approach to the development of a strategy for enhancing the defense and security of the state are the methods of

analysis and decision-making on the basis of the statistics obtained the position of firepower and the availability of human and economic potential of the state. The concept of the strategy of development of the Armed Forces based on economic opportunities and aggression of the aggressor states consists of the analysis of the defense capabilities of the economies of states and neighbors of Ukraine and USA, China and analysis of the importance of the level of defense capability of states by classification groups. Data for analysis are indicators by the Military Capability Index (MCI), by the Global Firepower Index (GFI), by the Credit Suisse Institute Index(GSI), and by a group of factors that influence the macroeconomic development of defense capabilities of countries: USA, China, Ukraine, Poland, Russia, and Turkey. And as a result, estimation, and modeling of the economic status and defense capability of states based on the indicated indicators.

Among the indicators of the level of defense capability of the states, the ones that are first and foremost important are those related to the level of the state's economy and, accordingly, the level of the military power of the armed forces. Therefore, we will analyze the importance of the level of defense capability of states by classification groups, which cover the specified areas of increasing the capability of states.

Analysis of the importance of the level of defense capability of states by classification groups: group of factors that influence the macroeconomic development of defense capabilities of countries: USA, China, Ukraine, Poland, Russia and Turkey; a group of factors of innovation-economic Potential of the State; a group of factors that determine the level of support of the Armed Forces by the state; a group of factors that determine the level of social health of a country's population.

Particularly important are indicators that belong to the first group, covering the macroeconomic nature of the state's economy and having a significant impact on its defense capability. These include indicators of macroeconomic development of states: GDP, billion US; Import / Export; Imports of goods and services in% of GDP; Exports of goods and services in%

of GDP; Added value in the manufacturing industry in% of GDP; Household consumption expenditure in% of GDP; Gross capital accumulation in% of GDP; Market capitalization of companies in% of GDP; GDP per capita, USD; Government's net debt in% of GDP; Net outflow of foreign direct investment in% of GDP; Net inflow of foreign direct investment in% of GDP; Primary energy production; Consumption of primary energy; Net energy imports as a share of energy use.

Data on indicators and indicators of macroeconomic development of states are shown in table 2. According to the above data, a petal chart is developed, which determines the place of the states in the defense rating, Fig 3. These indicators correspond to the calculated planes occupied by states in the petal diagram.

The first impression of the petal chart is that the three countries have a significant level of economic potential, but the US status is special in the main indicators that further develop the country's defense capability.

The structure of a group of factors of innovation-economic Potential of the State includes indices of innovation-economic Potential of the State, which comprehensively cover the possibilities of increasing the economic potential at the world level. These include World Competitiveness Index; Corruption Perceptions Index; Stock Market Index; Food Production Index; Ecological Efficiency Index; Human Development Index; Consumer price Index; Prosperity index, score; Official exchange rate; Global Innovation Index; Knowledge Economy Index.

Data on indicators and indicators of innovation-economic Potential of the State are shown in table 3. According to the above data, a petal chart is developed, which determines the place of the states in the defense rating, Fig 4.

If we define the characteristic features of the development of the innovation and economic potential of the states, then the leadership of states, such as the USA and China, according to the indicators World Competitiveness Index, Corruption Perceptions Index, Stock market Index, Human Development Index, Global Innovation Index is very convincing.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Table 2

Data on indicators and indicators of macroeconomic development of states

Name of the indicator	GDP, billion US dollars	Import / Export	Imports of goods and services in% of GDP	Exports of goods and services in% of GDP	Added value in the manufacturing industry in% of GDP	Household consumption expenditure in% of GDP	Gross capital accumulation in% of GDP	Market capitalization of companies in% of GDP	GDP per capita, USD	Government's net debt in% of GDP	Net outflow of foreign direct investment in% of GDP	Net inflow of direct foreign investments in% of GDP	Primary energy production	Consumption of primary energy	Net energy imports as a share of energy use
China	13407.4	1.015	18.70	19.50	29.00	53.30	44.00	46.50	9608.0	50.50	0.70	1.50	139.20	139.20	65.00
USA	20494.1	0.801	15.00	12.10	10.60	82.40	21.00	148.50	62606.	80.90	0.01	1.30	84.26	99.16	7.00
Ukraine	109.32	1.160	49.30	45.20	3.60	65.30	20.40	15.70	2583	75.60	0.20	2.20	2.33	3.44	27.20
Poland	524.89	0.923	52.30	55.30	4.30	58.50	-7.90	38.40	13823	51.40	0.80	1.20	2.30	3.89	28.50
Russia	4007.8	0.795	26.50	30.70	13.70	53.09	-1.80	39.50	10608	17.40	2.40	1.80	55.94	29.63	0.84
Turkey	849.48	1.131	22.00	29.60	3.80	59.80	29.30	26.70	10512	22.70	0.30	1.30	1.22	5.72	75.20

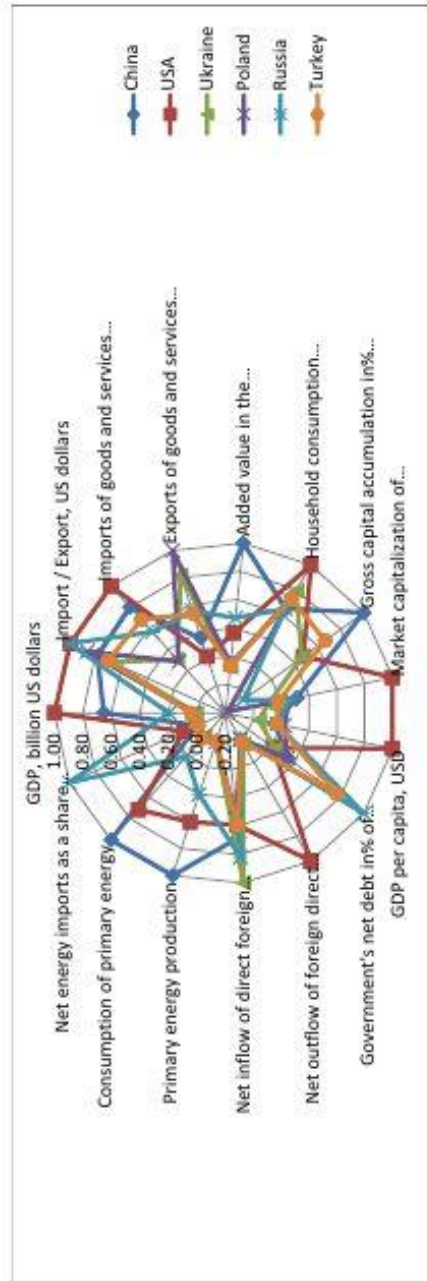


Fig. 3. The petal diagram of macroeconomic development of states: China, USA, Ukraine, Poland, Russia, Turkey.

Table 3

Name of the indicator	World Competitiveness Index	Corruption Perceptions Index	Stock market Index	Food production Index	Environmental Performance Index (EPI)	Human Development Index	Consumer price Index	Prosperity index, score.	Official exchange rate	Global innovation Index	Knowledge Economy Index
China	72.61	39.00	96.10	139.00	50.74	0.75	121.60	82.00	15.00	53.10	4.37
USA	86.00	71.00	249.80	122.30	71.19	0.92	115.20	17.00	1.00	61.73	8.77
Ukraine	4.11	32.00	31.20	169.10	52.87	0.74	235.30	111.00	26.60	37.40	4.30
Poland	4.59	60.00	50.20	117.60	64.11	0.86	109.60	33.00	3.80	41.31	5.60
Russia	4.64	28.00	4.40	147.50	63.79	0.80	168.20	96.00	58.39	37.62	4.90
Turkey	4.42	41.00	33.80	134.50	52.96	0.77	175.00	93.00	4.80	36.95	4.60

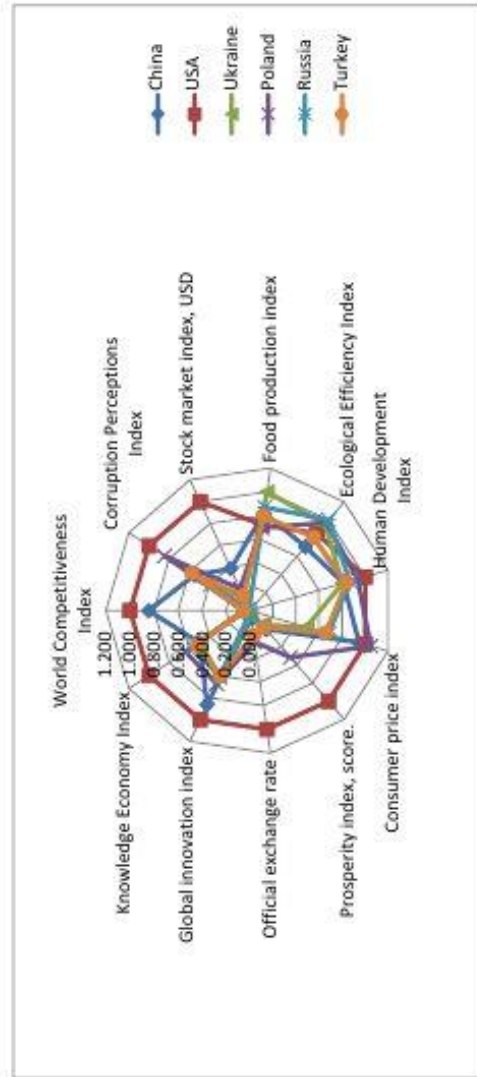


Fig.4 Petal diagram of the economic potential of the state: China, USA, Ukraine, Poland, Russia and Turkey.

It should also be taken into account that the weight of these indices exceeds the others. This is due to the fact that some of these indicators are derived from the previous ones. Depressing the situation of a country such as Russia, the deliberate isolation of economic relations with Western countries is clearly reflected in the main indicators of international economic development. As for Ukraine, its potential wants a better solution to economic problems and problems. However, the states have real opportunities to significantly improve the innovation and economic climate at the expense of comprehensive reform of the economic sectors, which is directly related to corruption in the power structures.

The two countries, Poland and Turkey, are gradually increasing their own innovative and economic potential, but not so confident that they can reach the countries with the best development indicators. In terms of indicators, special attention is paid to Poland, which has a positive movement of those indicators that can guarantee the acceleration of innovation and economic potential in the future. Turkey has a multicolored character in promoting the economic growth of the country; considerable corruption and a low index of human development are holding back the movement for improvement.

Indicators of a group of factors that determine the level of social health of a country's population mean how much the needs of society are met by the state and whether its further harmonious development is possible to restore the individual's potential to achieve a stable level of defense capability and independence of the country.

Of course, the most sensitive Indices of social health of population were selected for research, which has the corresponding significance of the existing properties of the society of the state. These include the following indicators: Total / population growth rate; Labor resources in the total population; Health care costs per capita; Expenditure on education in% of GDP; Domestic renewable water resources per capita; CO2 emissions per capita; Poverty rate less than \$ 1.9 per day; Consumer Price Inflation Rate; Unemployment rate;

Average life expectancy of the population; Percentage of people over 65 in the total population; Number of crimes (cases) per 100 persons.

Data indicators of factors that determine the level of social health of a country's population are shown in table 4. According to the above data, a petal chart is developed, which determines the place of the states in the defense rating, Fig 5.

A group of factors that determine the level of support for the Armed Forces by the state is one of the most important resource points for the state-of-the-art weapons of the armed forces. These indicators of the support of the Armed Forces by the state are selected by those related to the definition of innovative methods of increasing the firepower of the armed forces of the state: Resources (dollars) for defense and security; Import / Export Arms; The share of exports of high-tech products; Research and development costs as a share of GDP; Imports of food as a share of imports of goods; Export of food as a share of export of goods. Data on indicators and indicators of support of the Armed Forces by the state are shown in table 5. According to the above data, a petal chart is developed, which determines the place of the states in the defense rating, Fig 6.

The comparative analysis of the economic growth of the state determines approaches to the implementation of the concept of the Armed Forces development strategy based on economic opportunities and evaluation of the system of decision-making scenarios for choosing the optimal scenario based on the AF development criteria.

The next stage in the analysis of macroeconomic development, innovation and economic growth, social health and military budget categories is summarized in the form of the resulting indicators, tab. 6.

The analysis shows that a general indicator of economic growth of the state indicates that the US and China are out of reach for other countries that have moderate performance. For Ukraine, this is an important sign because there is a significant chance of improving the defense capability for the future.

Table 4

Indices of social health of population

Name of the indicator	Total M / population growth rate	Labor resources in the total population, %	Health care costs per capita, USD	Expenditure on education in % of GDP	Domestic renewable water resources per capita, m3	CO2 emissions per capita, ton	Poverty rate less than \$ 1.9 per day	Consumer Price Inflation Rate%	Unemployment rate, %	Average life expectancy of the population	Percentage of people over 65 in the total population	Number of crimes (cases) per 100 persons
China	1386.40	40.40	398.00	1.90	1999.00	2.05	0.70	2.10	3.80	76.41	10.60	0.60
USA	325.15	59.60	9870.00	5.00	8758.00	4.43	1.00	2.40	3.90	78.70	15.40	5.40
Ukraine	44.77	17.89	125.00	5.90	1229.00	5.25	0.10	14.40	4.90	72.10	16.50	4.40
Poland	44.01	22.31	797.00	4.91	1388.00	7.77	0.05	3.70	5.20	77.80	16.80	0.70
Russia	144.20	60.20	1414.00	3.80	30058.00	3.24	0.05	6.00	5.20	71.20	14.20	11.30
Turkey	80.70	45.80	455.00	4.40	2886.00	1.22	0.20	11.10	11.00	76.00	13.40	4.30

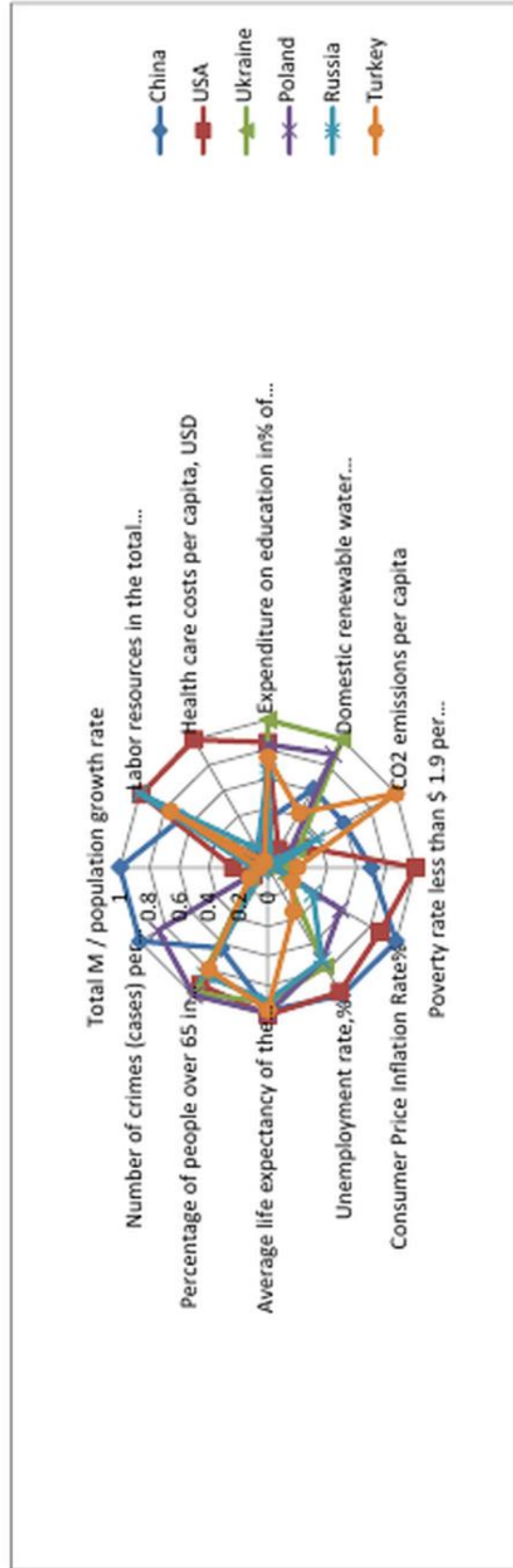


Fig. 5. The petal diagram of social health of the population: China, USA, Ukraine, Poland, Russia and Turkey.

Table 5

Indicators of influence of the environment of the territory on the support
of the armed forces from the state by China, USA, Ukraine, Poland,
Russia, and Turkey

Support indexes of the armed forces	Resources (dollars) for defense and security	Import / Export Arms	The share of exports of high-tech products	Research and development costs as a share of GDP	Environmental Performance Index (EPI)	Climate Change Performance Index(CCPI)
China	250.00	39.15	23.80	2.10	50.74	48.18
USA	650.00	0.06	13.80	2.70	71.19	18.60
Ukraine	3.65	0.08	7.00	0.60	52.87	60.60
Poland	10.00	54722.22	8.50	1.00	64.11	39.98
Russia	631.00	6.30	10.70	1.10	63.79	37.85
Turkey	18.19	1680.33	2.00	1.00	52.96	40.76

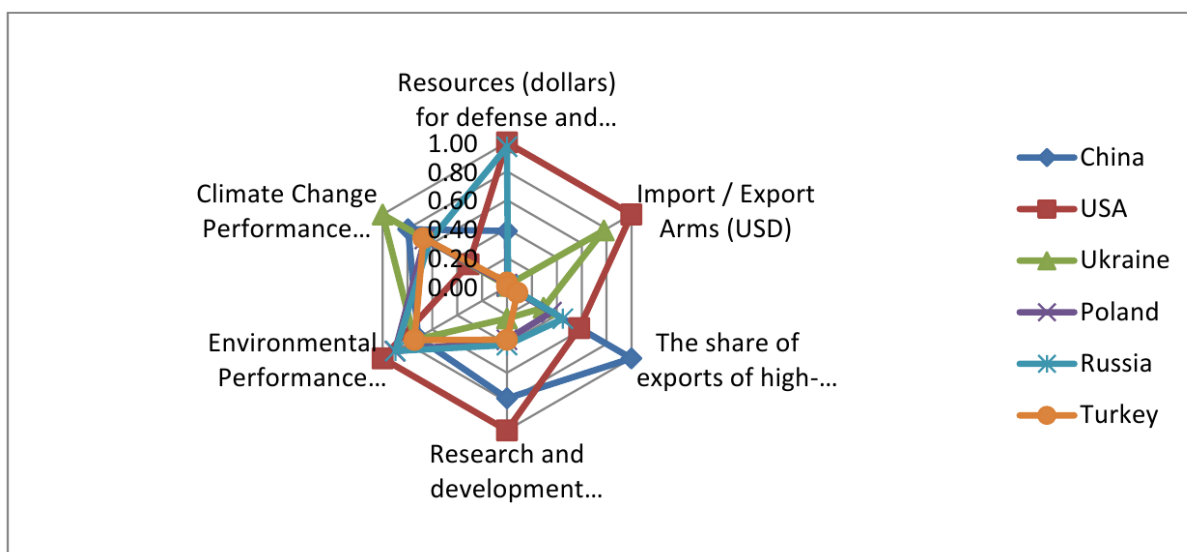


Fig. 6. The petal diagram demonstrating the levels of influence of the environment of the territory on the support of the armed forces from the state by China, USA, Ukraine, Poland, Russia, and Turkey

The implementation of the concept of the Armed Forces development strategy requires the use of firepower indicators. A significant indicator, in this case, is the Military Capacity Index, which is proposed by the authors and the data for its calculation are shown in table 7.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Table 6

A comparative analysis of the economic growth of state

States	Index of macroeconomic development, rating	Index of economic potential of the state, rating	The index of social health of the population, rating	Index of influence of the environment of the territory on the support of the armed forces from the state, rating	Generalized indicator
China	1.06/2	1.09/2	1.65/1	0,96/2	1.19/2
USA	1.35/1	2.76/1	1.56/2	1,63/1	1.83/1
Ukraine	0.24/5	0.74/5	0.79/4	0,52/4	0.57/4
Poland	0.16/6	1.15/3	1.01/3	0,46/5	0.33/6
Russia	0.54/3	0.78/4	0.54/6	0,75/3	0.65/3
Turkey	0.38/4	0.73/6	0.60/5	0,36/6	0.52/5

Table 7

The economic condition of the State's defense capacity by MCI

Indicator Title	China	USA	Ukraine	Poland	Russia	Turkey
1	2	3	4	5	6	7
GDP, USD billion	13407.4	20494.05	109.32	524.89	4007.83	849.48
Food production Index	139.00	122.30	169.10	117.60	147.50	134.50
Arms Import / Export	39.15	0.06	0.08	54722.00	6.30	1680.33
Export of goods and services, in % of GDP	19.5	12.1	49.3	52.3	26.5	22
The share of high-technology products export,%	23.80	13.80	7.00	8.50	10.70	2.00
R&D expenditure as a share of GDP,%	2.10	2.70	0.60	1.00	1.10	1.00
Education expenditures, in % of GDP	1.9	5	5.87	4.91	3.8	4.4
Gross fixed capital formation , in % of GDP	44	21	20.4	-7.9	-1.8	29.3
Market capitalization of companies, in % of GDP	46.5	148.5	15.7	38.4	39.5	26.7
GDP per capita, USD	9608	62606	2583	13823	10608	10512
Global Firepower Index	0.0852	0.0818	0.5363	0.4276	0.0841	0.2216

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Continue of the Table 7

1	2	3	4	5	6	7
Total strength of military personnel, people	2693000	2141900	1205000	184650	3586128	735000
World Competitiveness Index	72.61	86	4.11	4.59	4.64	4.42
Human Development Index, score	0.75	0.92	0.74	0.86	0.8	0.77
Missile launcher, pieces	2050	1197	625	240	3860	418
Battle tank, pieces	13050	6287	2031	1100	21932	3200
Armored vehicle, pieces	40000	39223	11868	2608	50049	9500
Artillery arm, pieces	6246	1716	2971	515	6436	2392
Aircraft carrier, pieces	1	24	0	0	1	0
Frigate, pieces	52	22	1	2	13	16
Corvette, pieces	42	65	1	2	82	10
Submarine, pieces	76	68	0	3	56	12
Aircraft total number	3187	13398	260	469	4078	1067
Helicopter total number	1004	5760	99	212	1485	492
Total nuclear weapons	270	6550	0	0	6800	0
Space troops,%	30	70	1	0	40	0

The calculation of MCI shown in Table 8 indicates a significant gap between China and Russia in this indicator from the USA. Instead, Ukraine has some advantages over Turkey and Poland.

Table 8

The rating of the states according to the Military Capacity Index

States	Military Capacity Index	Rating
China	4.25	2
USA	7.52	1
Ukraine	1.43	4
Poland	0.42	6
Russia	3.99	3
Turkey	0.74	5

After receiving the results by the MCI index, we will conduct a comparative analysis with the GFI global fire strength indexes and the CSI index, the data of which is given in tab. 9.

Table 9

The rating of the states according to the Global Firepower Index, according to the Military Capacity Index and the Credit Suisse Institute Index

States	Military Capacity Index	Priority by the MCI	Global Firepower Index	Priority by the GFI	Index Credit Suisse	Priority by the Credit Suisse	Generalized Rating (MCI-GFI-CIS)	Generalized indicator of economic impact	Generalized indicator by index ratings
China	4.25	2	0.085	3	3/0.333	3	1.56/3	1.12975/2	1.345/3
USA	7.52	1	0.082	1	1/1.000	1	2.87/1	1.7435/1	2.306/1
Ukraine	1.43	4	0,5363	6	6/0.034	6	0.73/4	0.52275/4	0.626/4
Poland	0.42	6	0,4276	5	5/0.059	5	0.24/6	0.62025/3	0.430/6
Russia	3.99	3	0,0841	2	2/0.500	2	2.25/2	0.5155/5	1.382/2
Turkey	0.74	5	0,2216	4	4/0.100	4	0.42/5	0.46825/6	0.444/5

The overall performance of three indicators (MCI, GFI, and CSI) together with an indicator of the economic potential show that China, the USA, Ukraine, Poland, Russia, and Turkey have the different ratings of the countries. It is, first and foremost, a disproportionate position in Russia, whose economic priorities do not respond to the prospect of growing military strength in the long run. Turkey and Ukraine do not have a steady and accelerated improvement in their economic and defense capabilities. Indicators of the rating of the countries according to the Global Firepower Index, according to the Military Capacity Index and the Credit Suisse Institute Index and the analysis of macroeconomic development, innovation and economic growth, social health and of the level military budget have a level of mutual influence of one state to another.

Estimation of state interdependence was performed using a neural network. In table 10 shows the input data for a neural network.

It is important to note that modern defense strategies of states cover the use of various types of weapons. Their grouping into the structural reflection of the armed forces largely depends on the economic and intellectual capital of the state.

The most successful defense strategies of the state include, first of all, the following strategic arms concentrations:

1. A strategy focused on space rockets, (MST).

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Table 10

Indicators that characterize the defense capability of a country

Indicator	Limit-critical value of strategies				China	USA	Ukraine	Poland	Russia	Turkey	Socio-political consequences
	MST	SARF	NATO	NSMF							
Indicators of macroeconomic development	1.7	1.8	1.5	2	1.06	1.35	0.24	0.16	0.54	0.38	The basis of the strength of the borders
Indices of innovation and economic potential of the state	3	3	2.5	3	1.09	2.76	0.74	1.15	0.78	0.73	Country's strategic dependence on imports
Indices of social health of the population	2	2	2	2	1.65	1.56	0.79	1.01	0.54	0.6	Protection of the interests of society
The share of exports of high-tech products	1	1	0.7	1	1	0.57	0.29	0.36	0.45	0.1	Technological economic lag
Research and development costs as a share of GDP	2.3	2.5	2	3	2.1	2.7	0.6	1.00	1.1	1.00	Destruction of scientific and technical potential
Indicators of influence of the environment of the territory on the support of the armed forces from the state	1	1	1	1	0.72	1.30	0.32	0.16	0.20	0.16	Level of state security
Human Development Index	0.9	0.9	0.9	0.9	0.75	0.92	0.74	0.86	0.8	0.77	Intellectual potential
Resources (dollars) for defense and security and their% of GDP	4	4	3	5	1.9	3.2	1.41	1.96	1.19	2.2	The threat of an aggressor's invasion
Import / Export of weapons, dollars	0.9	0.9	0.8	1	0.2	1	0.5	0.08	0.3	0.9	The ability of the military-industrial complex
Total military people, M	3	5	5	4	4	3.5	1.5	0.5	3.5	1	Human resources
Nuclear weapons	0	0	0	1	0.7	0.9	0	0	0.8	0	Critical drive
Strategic Missile Forces (RTA)	4	3	3	5	2	4	0.6	0.5	3	0.5	Ability to protect in a large-scale conflict
Rocket and space troops and tactical air defense (RVPP)	4	5	4	5	2.5	4	2	1.5	3	1.3	Shield from aggressor attacks
Averaged	3.8	4.0	3.13	4.45	1.51	2.14	1.23	0.84	2.02	1.08	

2. Strategy that focuses on submarines, aircraft carriers and missile forces (SARF).

3. A state defense strategy that focuses on NATO.

4. Strategy focusing on nuclear weapons, space and missile forces (NSMF).

Each state has a set of indicators that characterize its defense capability, Table 10.

Consider the process of simulating the impact of individual indicators of the country understudy on the defense capacity of another country.

This process provides an opportunity to identify the disadvantages of the defense capabilities of the countries.

Based on the country's defense capability, one can approach the construction of the neural network structure, fig. 7.

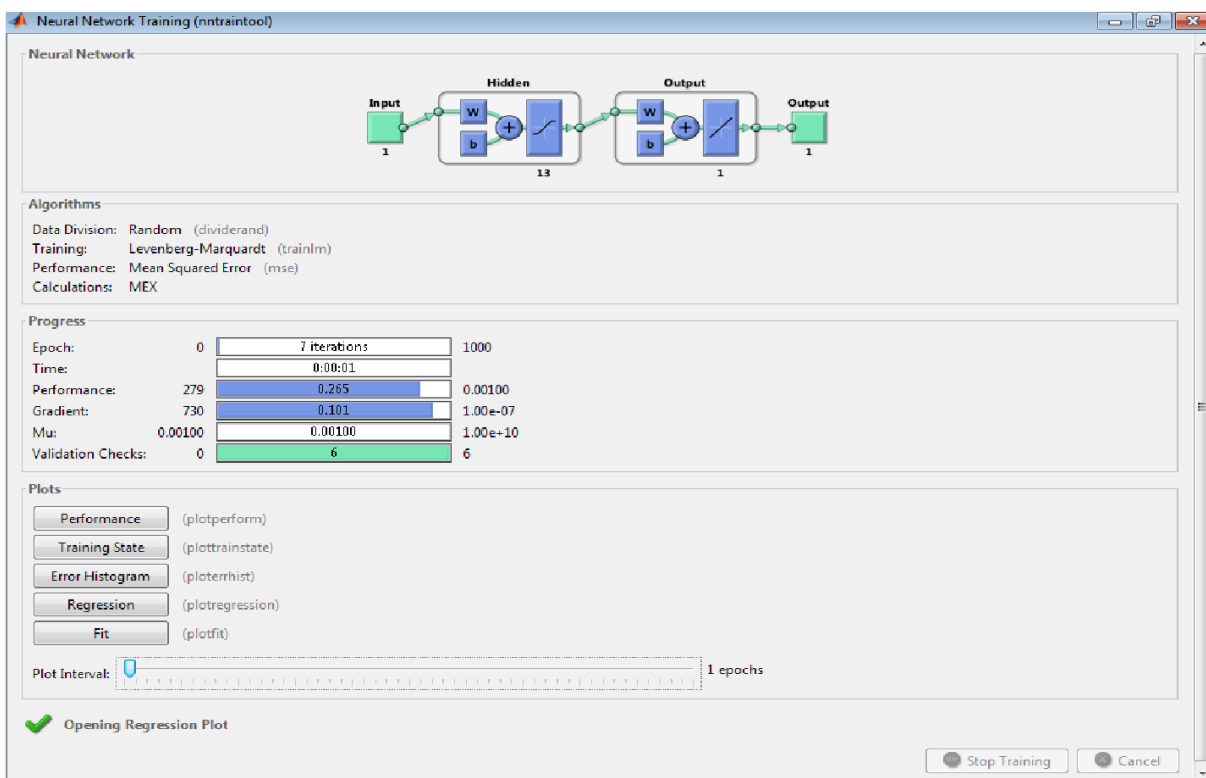


Fig. 7. Construction of the neural network structure

In strategic terms, every country has its own ratios of using any given strategies in completing the overall strategy. Therefore, the table allows

comparing their value for every geopolitical structure, in this case – for countries, noted in the work.

After conducting the neural network research, there was a fixed concern of the social-economic development and national defense capability rate of one country compared to another country, table 11. Table 11 contains summary results.

Table 11

Concern of the social-economic development
and national defense capability rate.

States	S1 Variation of coefficients approaching the maximum range – focusing on rocket troops, air defense (missile troops)	S2 Variation of coefficients mixed, above the middle of the range – focusing on submarines, aircraft carriers and rocket troops	S3 Focusing on NATO	S4 Focusing on nuclear weapons and missile forces
China	16.4	7.3	3.1	5.1
USA	18.3	8.2	7.2	6.2
Ukraine	6.8	3.5	2.7	2.7
Poland	7.2	3.8	2.5	4.6
Russia	15.5	7.8	2.0	5.8
Turkey	6.1	4.3	2.9	3.2

On fig. 8 presented results of relative influence of defensive strategies advantages on the state security simulation.

If we consider a state defense strategy that focuses on missile and space forces and a state defense strategy that focuses on submarines, aircraft carriers, and rocket forces, then the fire potential of Ukraine and its capabilities in application to other countries is significantly inferior to Russia. Russia, for its part, has some parity with China, but there are differences over US strategies. Ukraine, Poland, Turkey do not have a significant impact on the fighting capacity of China and the US, but their firepower has increased rapidly lately.

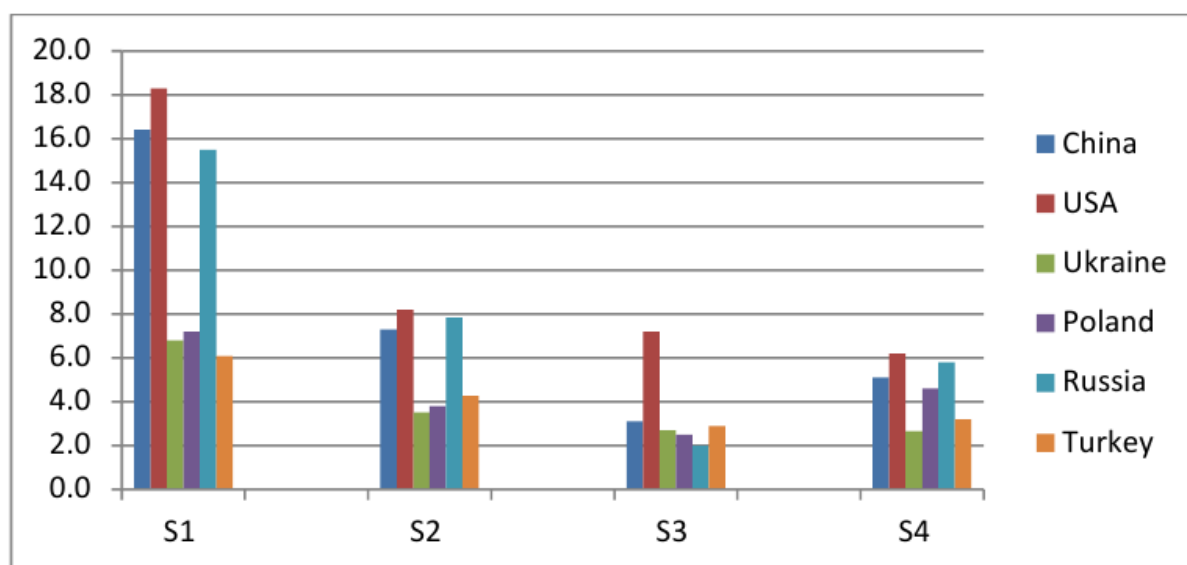


Fig. 8. Relative influence of defensive strategies advantages on the state security simulation results

To determine the strategy of the Armed Forces in the conditions identified by the results of the previous study, we use machine "Reinforced learning", namely Q-learning. Agent and environment play key roles in the reinforcement learning algorithm. The environment is the world in which the Agent has to survive. In addition, the Agent receives reinforcing signals (rewards) from the Environment: this is a number that characterizes how good or bad the current state of the world can be considered. The purpose of the Agent is to maximize the total reward, the so-called "win" [12-14]. After machine learning, strategy 4 is the most promising for Ukraine.

Conclusions

So, to sum it up, we can say that the overall performance of three indicators (MCI, GFI, and CSI) together with an indicator of the economic potential show that China, the USA, Ukraine, Poland, Russia, and Turkey have the different ratings of the countries. The point is countries that are far behind in firepower have now joined the arms race and have a positive trend. And this indicates that soon there will be new actors in the international arena in the fight for influence on the international position of states. The key to this is the latest military

technology and the available intellectual capital in those countries that are capable of entering the competition the leaders of the arms race.

REFERENCES

1. V.Gorbulin, Strategic planning: solving problems of national security. Kiev: NISS, 2010.
2. V. Bogdanovich, "Method of formalization of strategic planning in the field of state management of ensuring the national security of the state", Strategic Panorama, no. 3, pp. 42-53, 2006.
3. A. Kachinsky, Security, Threats and Risks: Scientific Concepts and Mathematical Methods. Kiev, 2003.
4. O. Reznikova, "Formation of the system of strategic planning and forecasting in the sphere of national security of Ukraine", 2018. [Online]. Available: <http://www.niss.gov.ua/articles/1847>. Accessed on: April 24, 2019.
5. O. Reznikova, "Ensuring the sustainability of the state and society against the terrorist threat in Ukraine and the world", Strategic priorities, no. 3 (44), pp. 23-24, 2017.
6. Charles J. Hitch, Decision Making For Defense. N-Y: Science, 2004.
7. World Data Atlas., 2018. [Online]. Available: <https://knoema.com/atlas>. Accessed on: January 29, 2019.
8. V. Porokhnya, Intellectual Capital of Economic Growth: A Manual. Zaporozhye: KPU, 2012.
9. V. Porokhnya, and O. Ostapenko, "Neural network and index forecasting of the strategies of development of the armed forces of Ukraine depending on their own economic opportunities and encroachments of the states of aggressors", in 8th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (M3E2 2019), Odessa, 2019. Available: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196504004>.
10. Globalfirepower, 2018. [Online]. Available: <https://www.globalfirepower.com/countries-listing-europe.asp>. Accessed on: January 20, 2019.
11. CreditSuisse, 2018. [Online]. Available: <https://www.credit-suisse.com/corporate/en/research/research-institute/publications.html>. Accessed on January 28, 2019.
12. Goodfellow J., Benji I., Curville A. G93 Deep learning / translation from English. A. Slinkina. - M.: DMK Press, 2018. - 652 p.
13. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. Second edition, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, 2017.
14. Porokhnya V., Kravets O., Didenko A., and Penev V. Model of brand value management as a process of strategic increase of enterprise value» The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Tech-nological, Social and Economic Matters (ICSF 2020).- Volume 166, 13026, 2020. Available: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613026>

1.3. Аналіз динаміки інтегральних показників напруженості соціально-економічного розвитку

Однією з актуальних проблем сучасної економіки є оцінка та аналіз кризових ситуацій соціально-економічного розвитку країни (регіонів), які виникають під впливом великого числа як глобальних, так і внутрішніх факторів. До останніх відносяться різні трансформаційні зміни, зокрема, у сфері управління економікою та пов'язані з неефективним управлінням фінансами, системами оподаткування тощо. Особливе значення в цих умовах набуває посилення напруженості, пов'язане з різними темпами соціального і економічного розвитку, що призводить до серйозних негативних наслідків, зростання масштабів кризових ситуацій і до падіння, в цілому, темпів розвитку країни. Так, якщо в 2018 р. темпи зростання в середньому в світі були на рівні 3%, в 2019 році вони знизилися до 2,5%, то в 2020 році передбачається їх сповільнення. На думку авторів, напруженість, в цьому випадку, розглядається, як оцінка кризовості соціального і економічного розвитку, яка визначається системою [13] показників, що описують таку ситуацію.

Проблемою, пов'язаною з оцінкою впливу напруженості на посилення масштабів кризових ситуацій, в основному, в соціальній сфері, займалося чимало науковців, як вітчизняних, так і зарубіжних а саме: Гур'янова Л., Домбровська С., Кизим М., Клебанова Т., Сірий Є., Charnes A Minussi J. та Ohlson J. [2-5, 10]. Однак, найчастіше, в цих роботах здійснювався аналіз протестних проявів соціуму на основі використання експертних методів.

У зв'язку з цим, значний інтерес представляє розробка модельного базису впливу напруженості на формування криз, які виникають в економічному і соціальному розвитку країни.

Метою дослідження є побудова на основі методів багатовимірного аналізу комплексу інтегральних показників, які дозволяють провести оцінку і аналіз кризових ситуацій, а також визначити превентивні заходи,

спрямовані на зниження напруженості в соціально-економічному розвитку країни.

Запропонований комплекс інтегральних показників включає:

- інтегральний показник соціально-економічного розвитку (ІПСЕР);
- інтегральний показник напруженості соціального розвитку (ІПНСР);
- інтегральний показник напруженості економічного розвитку (ІПНЕР).

Для побудови інтегральних показників використовуються різні методи багатовимірної аналізу, в тому числі, таксономії, зміст і методика розрахунку яких, викладена в роботах авторів [1, 5, 9, 12].

В якості ознак для побудови моделей інтегральних показників розглядаються: рівень безробіття населення, середньомісячна заробітна плата одного працівника, обсяг реалізованої промислової продукції, обсяг сільськогосподарської продукції, обсяг виробленої будівельної продукції, експорт товарів, імпорт товарів, сальдо, оборот роздрібною торгівлі, кількість живонароджених, померлих, економічно активне населення за регіонами у віці 15-70 років, міграційний приріст населення тощо за період з 2001 по 2019 рік. Дана система показників визначена на основі методики, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України [7] і представлена на офіційних сайтах [6].

Значення інтегрального показника соціально-економічного розвитку, отримані на основі методів таксономії [1, 8-9, 12], наведені в табл. 1.

Аналіз інтегрального показника (табл. 1) свідчить про позитивну динаміку соціально-економічного розвитку країни за аналізований період (рис. 1). Однак, значення інтегрального показника рис. 1 досить далекі від верхнього порогового значення рівного 1, яке прийнято в запропонованих моделях (чим ближче розрахункове значення інтегрального показника до 1, тим вище рівень соціально-економічного розвитку). На жаль, середнє значення інтегрального показника за цей період становить 0,222.

Значення інтегрального показника
соціально-економічного розвитку країни

Рік	Інтегральний показник СЕР країни	Рік	Інтегральний показник СЕР країни
2001	0,01474	2011	0,25690
2002	0,02244	2012	0,24604
2003	0,06633	2013	0,36993
2004	0,12787	2014	0,25984
2005	0,15716	2015	0,28806
2006	0,17672	2016	0,32218
2007	0,22373	2017	0,35615
2008	0,16671	2018	0,35600
2009	0,21644	2019	0,35374
2010	0,24359		

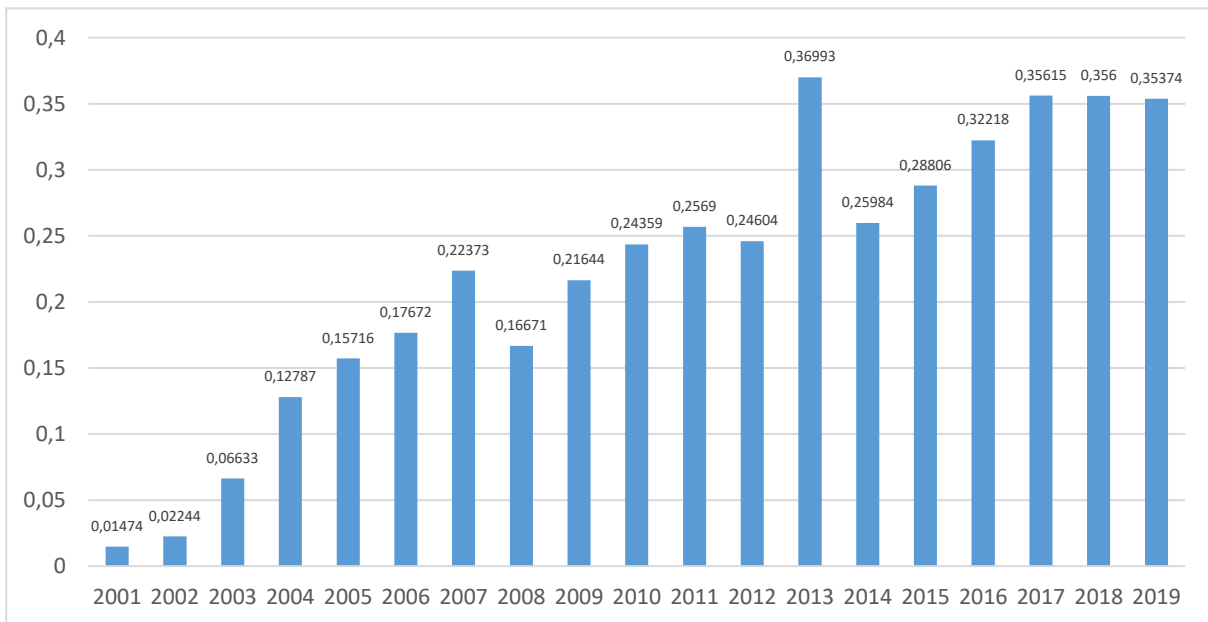


Рис. 1. Динаміка ІПСЕР за період з 2001 по 2019 рр.

Динаміка значень інтегральних показників соціально-економічного розвитку (рис. 1) містить як періоди зростання, так і періоди спаду. Так, значення інтегрального показника росли з 2001-2007, 2009-2011, 2013, 2015-2017 роки. Падіння значень інтегрального показника призвело до

формування в 2008 р, 2012, 2018-2019 роках кризових ситуацій, які здійснювалися під впливом як зовнішніх (глобальних), так і внутрішніх факторів. Динаміка таких зміни ІПСЕР (рис.1) підтверджується глобальною кризою 2000-х років, викликаною впровадженням ІТ-технологіями; 2008-2009 рр. – визначається світовою фінансовою кризою; 2019-2020 роки – кризою пов'язаною з пандемією COVID-19 [11], а також з внутрішніми трансформаційними змінами в країні, що знизили темпи соціально-економічного розвитку. Дія цих факторів знайшла відображення й на темпах приросту валового внутрішнього продукту (ВВП) (рис. 2).

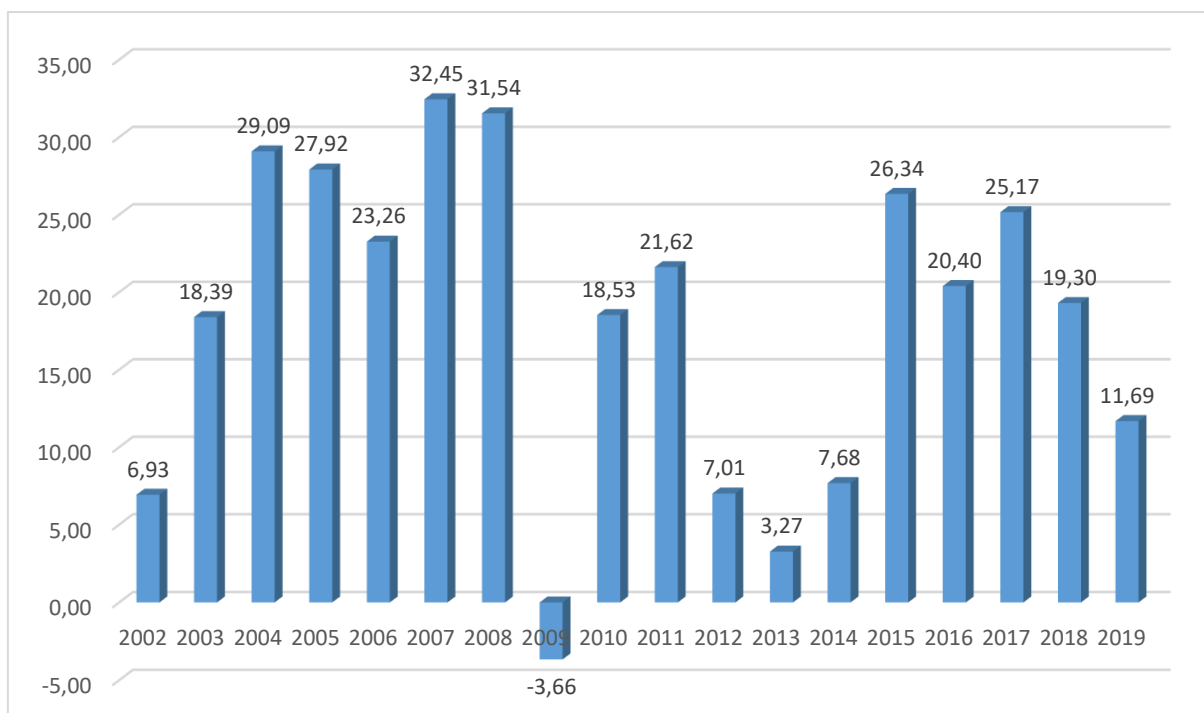


Рис. 2. Темпи приросту ВВП, %

Аналіз темпів приросту ВВП свідчить про те, що сформовані кризові ситуації (рис. 2) призводять до значного зниження. Так, криза 2008 року викликана зниження темпів приросту ВВП в 2009 році на -3,66%, а криза 2018 року призвела до зниження темпів приросту ВВП в 2019 році на 11,69%.

Значний вплив на зниження темпів розвитку країни надають показники напруженості, наведені в табл. 2 і на рис. 3. Аналіз значень показ-

ників свідчить про значне зростання напруженості соціального і економічного розвитку за цей період. Пояснюється це, перш за все, зниженням ефективності державного управління. Заходи, що впроваджені державним регулятором трансформаційних змін не завжди узгоджуються з чітким розумінням поточної ситуації. Так, структурні зміни в системі управління державою, трансформаційні зміни в соціально-економічних системах приводять до банкрутства підприємств, зниження активності діяльності середнього класу, зростання напруженості, яка підсилює масштабність кризових ситуацій. Необхідно відзначити, що темпи зростання напруженості в соціальному розвитку значно перевищують аналогічний показник в економіці. Така незбалансованість може мати негативні наслідки оскільки призводить до революційних перетворень у розвитку країни.

Значення інтегральних показників напруженості соціального і економічного розвитку країни подано на рис. 3.

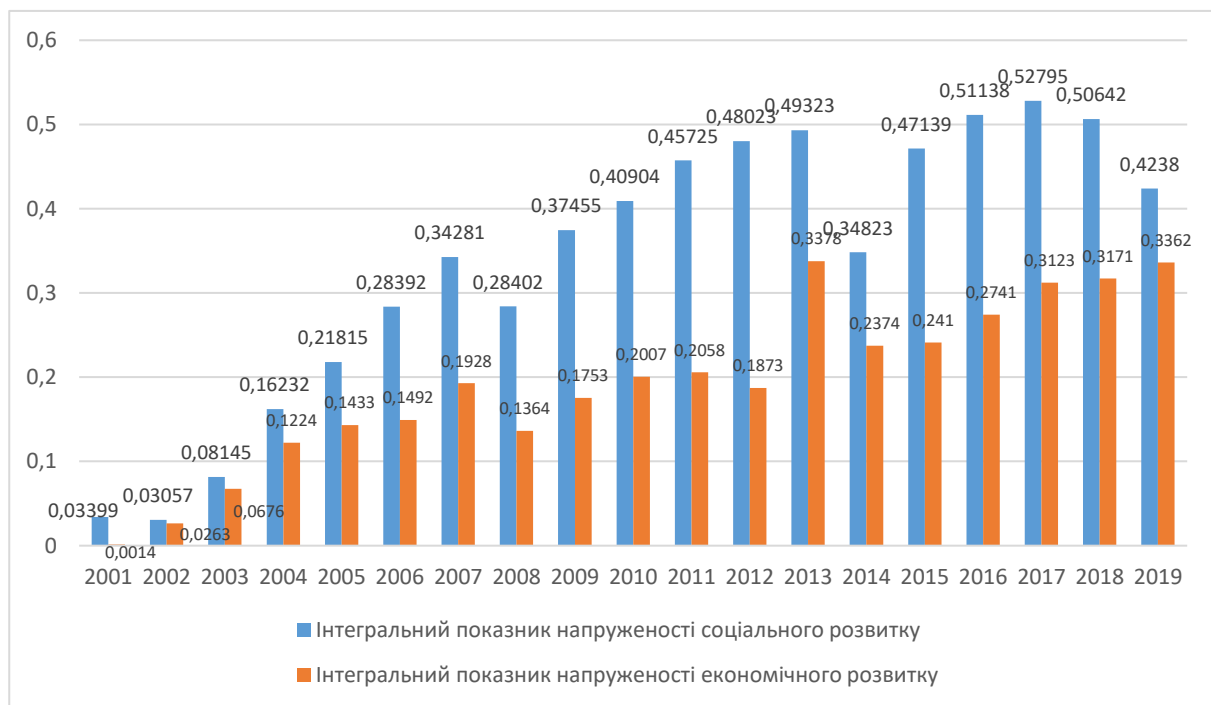


Рис. 3. Значення інтегральних показників напруженості соціального і економічного розвитку країни

Як, видно з рис. 3 в аналізованому періоді показник напруженості соціального розвитку зростає більш значними темпами, ніж показник економічного розвитку. У деяких періодах, більш ніж в 2 рази. Таке погіршення кризових ситуацій, під впливом соціальної та економічної напруженості, у відсутності належного державного регулювання, може призводити не до еволюційних, а до революційних перетворень.

Таким чином, отримані значення інтегральних показників: соціально-економічного розвитку, напруженості соціального і економічного розвитку дозволяють оцінити динаміку їх зміни, визначити можливість формування кризових ситуацій і визначити превентивні заходи, спрямовані на зростання економіки країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів : навчальний посібник / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець та ін. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. 272 с.
2. Гур'янова Л. С. Моделювання збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів: монографія. Бердянськ: ФОП Ткачук О.В., 2013. - 406 с.
3. Домбровська С.М. Помаза-Пономаренко А.Л., Лукиша Р.Т. Інституціональна державна політика соціально-економічного розвитку регіонів України в умовах ризиків : монографія. Харків: НУЦЗУ, 2018. 216 с.
4. Кизим М. О., Іванов Ю. Б., Губарева І. О. Оцінювання рівня економічної безпеки України та країн Європейського Союзу. Фінанси України. 2018. № 4. С.7-18.
5. Клебанова Т.С., Рудаченко О.О., Погосян Л.О. Моделі формування інтегральних показників соціальної напруженості регіонів України: монографія.. Системный анализ и моделирование процессов управления. Под ред. докт. экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С. Клебановой, докт. экон. наук, проф. Л.С. Гурьяновой. Братислава-Харьков, ВШЭМ –ХНЭУ им. С. Кузнеця, 2020. 288 с.
6. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (Дата звернення 10.02.2021 р.).
7. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення змін у додаток 1 до Порядку проведення комплексної оцінки соціально-економічного розвитку Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя» № 755 від 18.09.2010 р. Законодавство України. URL: <http://www.rada.gov.ua>. (Дата звернення 10.02.2021 р.).
8. Рудаченко О.О., Погосян Л.О. Побудова комплексного інтегрального показника соціальної напруженості регіонів країни. Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем. Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції 09-10

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

квітня 2020 р. – Мультимедійне наук. електрон. вид. – Братислава – Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. [Електронний ресурс] - <http://mpsesm.org/book/2020/>

9. Рудаченко О.О. Клебанова Т.С. Сучасні підходи до аналізу соціальної напруженості. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». Ужгород: №30 (2) 2020. С.140-144.

10. Сірий Є.В. Нахабич М.А. Дослідження соціальної напруженості в Україні: засадничі аспекти та розробка інструментарію. Монографія. Київ: «Глобус», 2018 .180 с.

11. Україна: вплив COVID-19 на економіку і суспільство (2020). Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. Департамент стратегічного планування та макроекономічного прогнозування. Серпень 2020, №52. URL: <https://www.me.gov.ua/>

12. Klebanova T., Rudachenko O., Gvozdytskyi V., Mozgovyi I., Guryanova L. Classification Of Social Tension Of The Regions Of Ukraine. WSEAS Transactions on Systems and Control, ISSN / E-ISSN: 1991-8763 / 2224-2856, Volume 15, 2020, Art. #57, pp. 576-584.

13. Palumbo, D., Brown, D. (2021). Coronavirus: How the pandemic has changed the world economy. BBC News. URL: <https://www.bbc.com/news/business-51706225>.

1.4. Конкуренентоспособность стран на глобальных энергорынках в контексте «зеленой» трансформации энергетики

1. «Зеленая» трансформация энергетики: понятие и заявленные цели

Развитие мировой экономики характеризуется ростом объемов выбросов парниковых газов, в структуре которых до 26% занимает углекислый газ. Неуклонный рост эмиссии углекислого газа проиллюстрирован на рис. 1. Если в период 1971-1990 гг средний ежегодный прирост эмиссии парниковых газов в мире составлял 295,28 млн тонн, то 1990 по 2018 гг он достигал уже 542,09 млн тонн [3].

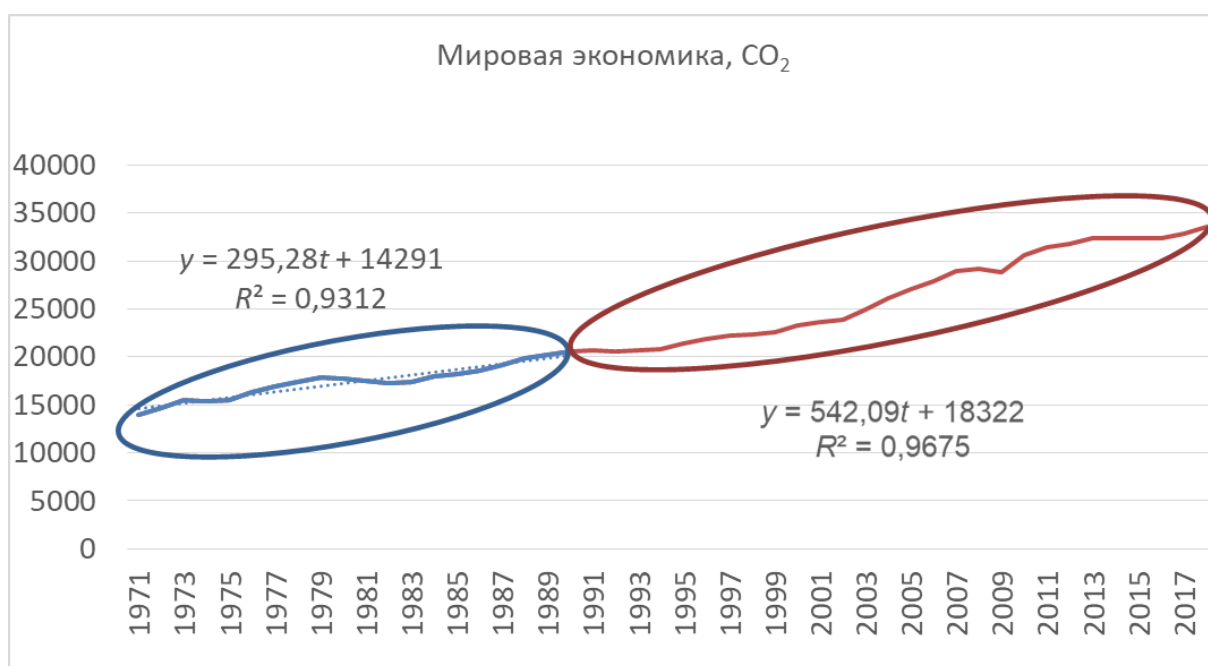


Рис. 1. Глобальная эмиссия парниковых газов (млн. тонн).

Составлено на основе данных Мирового энергетического агентства [3].

В настоящее время до 80% от общемирового объема выбросов парниковых газов, загрязняющих окружающую среду и приводящих к повышению ее температуры, производится в сфере традиционной углеродной энергетики, которая основана на сжигании угля, газа, нефти, нефтепродуктов и другого ископаемого топлива. С дальнейшим антропогенным загряз-

нением окружающей среды связаны риски усугубления парникового эффекта Земли, что угрожает глобальным потеплением и катастрофическим изменением климата на планете. Нивелированию этих рисков и угроз призвана послужить политика перехода к низкоуглеродной, ресурсоэффективной и социально инклюзивной экономике, которую принято называть «зеленой» экономикой [11].

Ключевая роль в переходе к «зеленой» экономике отводится развитию «зеленой» энергетики, которая базируется на использовании не ископаемых энергоресурсов, а на применении возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как гидроресурсы, энергия солнца, ветра и другие. Термин «инклюзивность» в понятии «зеленой» экономики означает широкое вовлечение в процессы производства не востребованных ранее природных и трудовых ресурсов на основе развития ВИЭ [10, стр. 16; 14].

В контексте проблем развития «зеленой» энергетики особое место занимает ядерная энергетика. С одной стороны, объекты ядерной генерации в штатном режиме работы практически не загрязняют воздух и, соответственно, позволяют сократить выбросы в атмосферу парниковых газов. С другой стороны, эксплуатация АЭС связана с рисками для здоровья людей и экологии, с проблемой хранения радиоактивных отходов. В литературе по экономике и управлению энергетике атомная генерация, как правило, не включается в «зеленую» энергетику.

Современные долгосрочные цели и ориентиры на пути перехода мировой экономики к «зеленой» модели были определены 5 лет назад. Под эгидой ООН мировыми лидерами в сентябре 2015 года были одобрены 17 целей устойчивого развития, а в декабре того же года было принято Парижское соглашение, которое определило приоритетность низкоуглеродного развития энергетики на основе широкомасштабного использования ВИЭ, внедрения умных энергосетей (smart grids) и повышения энергоэффективности. Его подписали 195 стран, включая постсоветские республики [1], добровольно взявших на себя соответствующие обязательства. Соглашение вступило в силу 4 ноября 2016 года, при этом его действие

начнется с 2020 года. Политика перехода к «зеленой» экономике заключается во внедрении системы отчетности и мониторинга выбросов парниковых газов, в инвестировании в «зеленые» технологии, а также в отказе от финансирования проектов, основанных на ископаемом топливе [20].

2. Трансформационные процессы в энергетике и повышение энергетической эффективности

Эволюция мировой энергетики происходит в следующих основных направлениях [15, стр. 5-6]:

- замещение ископаемых углеводородных ресурсов возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ). Уже в 2015 году общая установленная мощность электростанций, использующих ВИЭ, даже без учета ГЭС была сопоставима со всей мощностью электростанций России, а с учетом ГЭС превышала ее почти в три раза [8, стр. 18]. По прогнозам зарубежных и российских экспертов к 2040 году ВИЭ могут обеспечить 35-50% мирового производства электроэнергии и 19-25% глобального энергопотребления [12; 21; 17];

- цифровизация энергетического комплекса. Быстрая обработка колоссальных объемов информации и искусственный интеллект, внедрение «умных» энергосетей позволят системно анализировать выработку и потребление энергии и в перспективе существенно уменьшить себестоимость энергоресурсов, повысить эффективность их использования и снизить потери;

- развитие технологий накопления электрической энергии;

- реорганизация сырьевых энергетических рынков, развитие рынков энергетических услуг и рынков энергетических технологий;

- формирование конкурентоспособных заменителей нефтепродуктов, используемых в качестве моторного топлива;

- бурное развитие нанотехнологий и внедрение их в энергетику для повышения энергоэффективности.

Инновационные направления трансформации энергетики превращаются в самостоятельные подотрасли с годовыми оборотами до сотен миллиардов долларов и демонстрируют высокие и устойчивые темпы роста в странах-лидерах глобального развития [26, стр. 14; 28].

Новые технологии играют одну из ключевых ролей в развитии энергетики. К технологиям, которые со временем могут привести к утрате доминирующего положения углеводородного сырья, относятся: ВИЭ и накопители энергии; электромобили, автомобили на водородном топливе; сетевые технологии (активно-адаптивные сети, распределенная генерация и другие); дом с нулевым потреблением энергии, «умный дом», «умный город».

«Зеленая» трансформация энергетики приводит к тому, что энергоемкость экономики (затраты топливно-энергетических ресурсов в расчете на единицу валового продукта) неуклонно сокращается, и повышается энергоэффективность. Энергоемкость экономики является агрегированным показателем ее энергоэффективности: чем меньше энергоемкость, тем выше энергоэффективность.

Тенденция сокращения энергоемкости мировой экономики за последние три десятилетия отражена на рис. 2. В период с 1990 по 2019 гг. общемировое потребление энергии в расчете на единицу валового продукта упало на 37%. Как видно по линейному тренду глобальной энергоемкости ($EI = -0,0022t + 0,1763$), за указанный период этот показатель сокращался в среднем за год на 1,26% от уровня 1990 года.

Повышение энергетической эффективности обеспечивает сокращение расходов на энергоресурсы в процессах их производственного и конечного потребления. Это способствует сокращению затрат на энергоресурсы во всех производственных процессах, а также в быту и в социальной сфере.

3. Геополитический аспект «зеленой» трансформации энергетики

До второй половины XX века энергетика не играла существенной роли в международных отношениях. Однако в условиях глобального экономического роста и увеличения спроса на энергоресурсы (с одной стороны) и неравномерности территориального размещения геологических запасов углеводородного сырья как традиционного источника первичной энергии (с другой стороны) – зависимость экономик большинства стран от внешних поставок энергоресурсов стала проблематичной. С середины 1970-х гг. энергетика все чаще становилась объектом геополитики различных государств и их объединений, а ее регулирование – причиной обострения политической напряженности и межгосударственных конфликтов [16, р. 13].

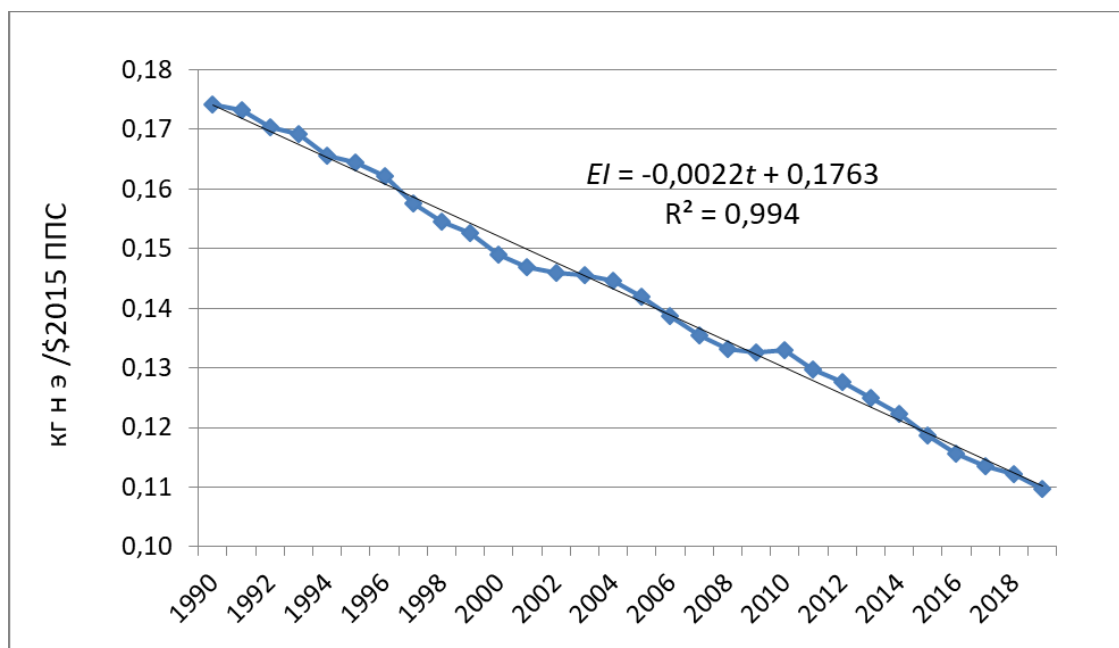


Рис. 2. Мировой тренд сокращения энергоемкости экономики за 1990-2019 гг. (в кг нефтяного эквивалента / доллар США в ценах 2015 года при постоянном паритете покупательной способности).

Составлено на основе данных Enerdata [2].

Начало XXI века ознаменовалось значительным увеличением спроса на традиционные энергоресурсы, высокими темпами роста цен на нефть, газ и электроэнергию, а также – ожиданиями исчерпания эксплуатируемых запасов углеводородного сырья в обозримой перспективе. На этом фоне

происходили волнения, «цветные революции», войны в нефтедобывающих арабских странах, что принято связывать с влиянием внешнеполитических сил.

В период драматического роста цен на углеводородное сырье основные потребители энергоресурсов на мировом рынке – США, ЕС и КНР – разработали государственные программы снижения зависимости их экономик от импорта энергоносителей, повышения собственной энергетической безопасности и ослабления геополитических и рыночных позиций стран-экспортеров углеводородных ресурсов на глобальных рынках [26, стр. 4; 12-17].

Стремительный рост спроса и цен на нефть, имевший место в 2000-х гг, простимулировал сланцевую революцию и завершился в середине 2010-х гг. с появлением новых стран-экспортеров нефти и газа. В результате к 2014 г. на мировом рынке нефти предложение уже превышало спрос, и цены на нефть, а также природный газ и другие энергоносители резко сократились (рис. 4). Усилилась международная конкуренция за рынки сбыта углеводородов, которая обострилась в свете снятия международных санкций с Ирана и желания последнего любой ценой сохранить свою долю на мировом рынке нефти.

В середине 2010-х гг крайне обострились социальные и военные конфликты в Украине и на Ближнем Востоке. В 2016 году началась массовая миграция беженцев в Европу; активизировался международный терроризм и расширилась зона его действия. Для мировых рынков энергоресурсов наступил период исключительной волатильности и неустойчивости, угрожающей глобальной энергетической безопасности, что широко обсуждалось в литературе ([11; 18; 23] и др).

Все это крайне обострило геополитические противоречия между странами, послужило причиной для изменения потоков поставок энергоносителей, положило начало для передела глобального рынка между основными его участниками. Большое дестабилизирующее влияние на мировую

экономическую систему и ее энергетическую подсистему оказали «информационные войны».

В сложившейся ситуации изменяется представление о глобальной энергетической безопасности. Традиционно под энергетической безопасностью подразумевают такие условия, при которых потребитель имеет надежный доступ к необходимой ему энергии, а поставщик – к её потребителям [23].

Еще несколько лет назад акцент в определении глобальной энергетической безопасности делался на защите интересов стран-импортеров энергоресурсов. Правительствами этих стран разрабатываются и реализуются меры, направленные на диверсификацию поставщиков углеводородного сырья, расширение использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива, трансформацию регулирования мировых энергетических рынков, включая изменение условий контрактов и эволюцию регулирования бирж для усиления позиций потребителей. В современных условиях в контексте глобальной энергобезопасности актуализируется аспект обеспечения устойчивости мировых энергорынков, и Россия, как один из крупнейших экспортеров ТЭР энергетически, способна сыграть важную роль в решении этой проблемы. Несмотря на свои обширные углеводородные запасы, Россия является сторонником возобновляемой энергетики и последовательно реализует государственную политику в этой сфере [30]. Вместе с тем, ее официальная позиция заключается в том, что устойчивое развитие глобальной экономики должно включать в себя также и традиционную энергетику, быть комплексным, сбалансированным и соответствовать интересам различных групп стран. Целесообразно рассматривать использование наиболее экологичных ископаемых топлив, прежде всего – природного газа, а также уделять внимание повышению экологичности ископаемых топлив в тех случаях, когда отказ от них невозможен [13; 29].

*4. «Зеленая» трансформация и перераспределение рыночной власти
на глобальных энергорынках*

Современный этап развития энергорынков характеризуется высокой степенью неопределенности и динамичными изменениями конъюнктуры.

Для стран с развитой рыночной экономикой основными факторами изменения спроса на ТЭР являются новые технологии, в то время как для развивающихся стран – это рост численности населения и темпы экономического развития. В долгосрочной перспективе развитие энергоэффективных технологий и технологий рециклинга могут привести к существенному снижению энергопотребления и к замкнутому циклу энергетического обмена [28, стр. 8].

В последнее десятилетие наблюдается сокращение темпов роста мирового спроса на углеводородные сырьевые ресурсы и увеличение темпов роста их предложения. Причины этих процессов заключаются в следующем [18; 5]:

– глобальное сокращение энергоемкости экономики (рис. 2), которое означает, что в силу технологического прогресса с каждым годом можно все экономнее расходовать топливо на единицу валового продукта на национальных и мировом уровнях;

– замедление темпов роста мировой экономики (прежде всего, – крупнейшей в мире экономики Китая), которое оказывает понижающее давление на приросты объемов спроса на глобальном рынке энергоресурсов;

– увеличение доли ВИЭ в глобальном топливно-энергетическом балансе (ТЭБ), которому способствуют: с одной стороны, – обострение общей геополитической напряженности, побуждающее все большее количество стран, включая развивающиеся, стремиться к сокращению зависимости от импорта углеводородного сырья; с другой стороны – планомерное снижение издержек ВИЭ-генерации (с каждым удвоением объема выработки электроэнергии на основе ВИЭ себестоимость продукта снижается на 20% [6]). На рис. 3 применительно к странам БРИКС показано прира-

щение доли ветровых и солнечных ВИЭ-генераторов в совокупном объеме производства электроэнергии за 1990-2019 гг, а рис. 4 – для тех же стран и того же периода проиллюстрировано увеличение доли «зеленой» генерации с учетом гидроэлектростанций. Незначительный прирост доли ветровой и солнечной генерации в России связан с достаточно большими долями гидро- и атомной энергии. В целом, топливно-энергетический баланс России уже сегодня весьма экологичен: более половины потребления первичных энергоресурсов – это газ, а в производстве электроэнергии на безуглеродные или низкоуглеродные источники приходится более 80% [13];

– появление «умных» домов, в которых электроэнергия не только потребляется, но и производится; увеличение числа электромобилей; развитие малой распределенной генерации на основе ВИЭ;

– внедрение новых технологий добычи сланцевых нефти и газа позволили США перейти из категории нетто-импортеров в категорию нетто-экспортеров углеводородного сырья; на рынок углеводородных энергоресурсов вышли такие поставщики как Иран, Ирак, Бразилия.

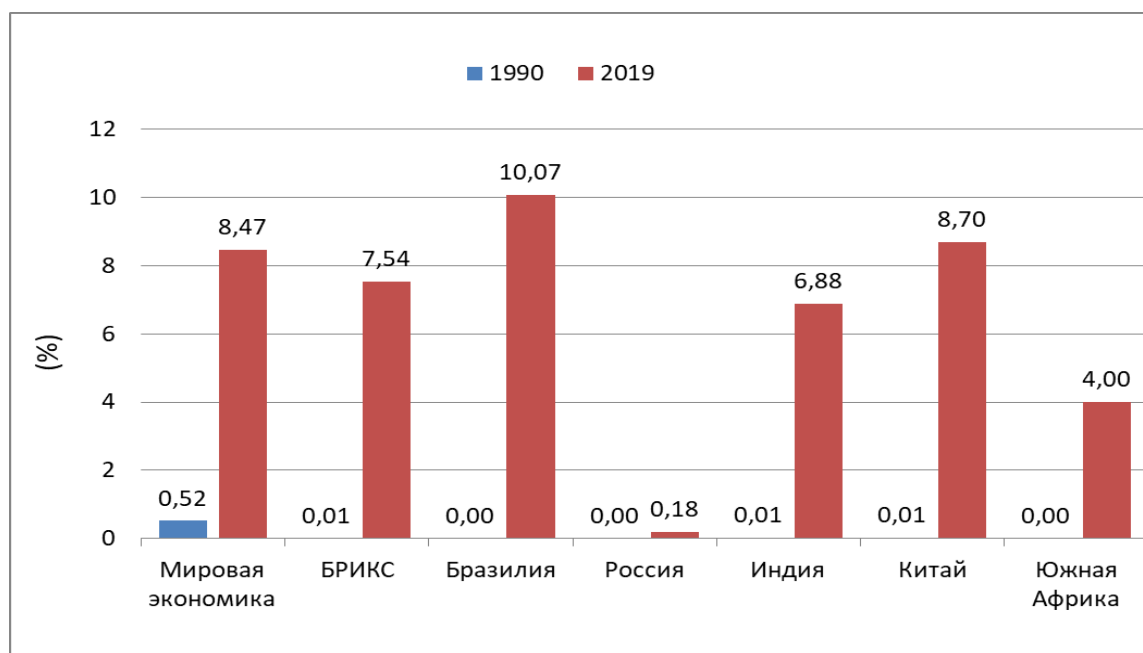


Рис. 3. Приращение доли ветровой и солнечной генерации в совокупном объеме производства электроэнергии за 1990-2019 гг на примере стран БРИКС. Составлено на основе Enerdata [2].

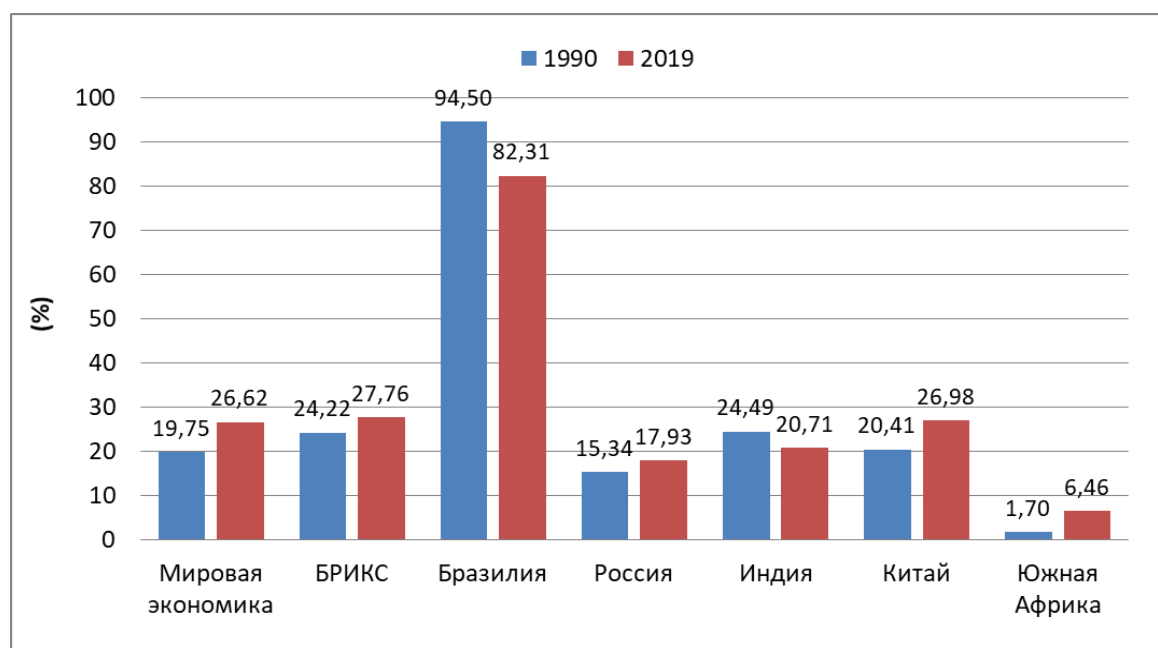


Рис. 4. Приращение доли ВИЭ-генераторов, включая гидро-электростанции, в совокупном объеме производства электроэнергии за 1990-2019 гг на примере стран БРИКС.

Составлено на основе данных Enerdata [2].

Все перечисленные выше обстоятельства повлекли за собой ускоренное нарастание предложения и замедленное приращение спроса на мировом энергетическом рынке. В результате объем производства энергоресурсов превысил объем их потребления, и глобальный энергорынок из рынка продавцов трансформировался в рынок покупателей (рис. 5). «Переворот» в соотношении спроса и предложения на глобальном рынке энергоресурсов привел к перераспределению рыночной власти от стран-экспортеров топливно-энергетических ресурсов к странам-импортерам.

В целом, основное направление трансформации мировых рынков энергетических ресурсов обусловлено тем, что на смену ресурсной глобализации приходит стремление к высокой энергоэффективности на всех уровнях глобальной экономики, достижению региональной обеспеченности собственными энергетическими ресурсами, широкому использованию инновационных технологий освоения нетрадиционных ресурсов. Как следствие, происходит «переворот» в соотношении мировых объемов произ-

водства и потребления ТЭР, и рыночная власть перераспределяется от производителей ТЭР к их потребителям.

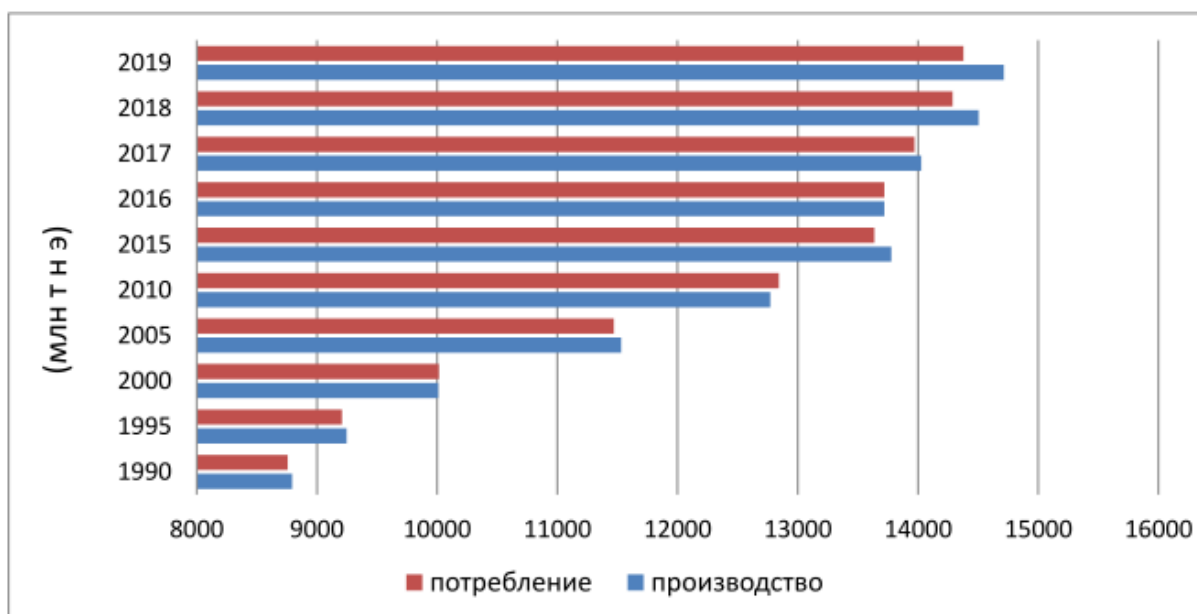


Рис. 5. Совокупные мировые объемы производства и потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в 1990-2019 гг (млн т нэ).

Составлено на основе данных Enerdata [2].

5. Национальная конкурентоспособность стран в условиях «зеленой» трансформации энергетики

Недостаточная энергоэффективность и избыточная энергоемкость отдельных производственных процессов и экономики в целом приводят к завышению удельных издержек производства и, следовательно, – к занижению конкурентоспособности конечной продукции национальных производителей на внешних рынках. Поэтому в глобальной тенденции повышения энергетической эффективности проявляется стремление различных стран обеспечить конкурентоспособность и устойчивость развития национальной экономики.

Национальная конкурентоспособность – это сложная характеристика, отражающая: с одной стороны, способность ведущих компаний данной страны успешно конкурировать на международных рынках, а с другой стороны, – способность государства обеспечивать устойчивость экономи-

ческого развития и роста благосостояния населения за счет привлечения потенциально эффективных ресурсов и высокого уровня производительности экономики [27]. В аспекте энергоэффективности в определении понятия национальной конкурентоспособности следует подчеркнуть императив высокого уровня производительности экономики.

В ежегодных Докладах Всемирного экономического форума, посвященных анализу глобальной конкурентоспособности стран, понятие конкурентоспособность трактуется как набор институтов, политических мер и иных факторов, обуславливающих уровень эффективности национальной экономики [9]. При этом производительность факторов производства рассматривается как основной драйвер повышения национальной конкурентоспособности [24]. С этой точки зрения рассматриваются все макроэкономические показатели развития национальных экономик, отражающие рост или понижение производительности факторов производства.

Производительность – это показатель эффективности производства, который применительно к экономике в целом рассматривается так же, как и по отношению к отрасли или фирме [22]. Производительность характеризует выпуск продукции в расчете на единицу используемых ресурсов и определяется как частное от деления объема производства на величину затрат ресурсов, необходимых для выпуска данного объема производства. При этом затраты ресурсов могут учитываться как в агрегированной форме, так и дифференцированно, в физических единицах измерения объемов использования отдельных факторов.

В этом контексте энергоемкость экономики, определяемая как отношение совокупных затрат энергоресурсов (выраженных в физических единицах измерения) к ВВП – это величина, характеризующая энергоэффективность (она является обратной по отношению к производительности энергоресурсов): чем выше производительность энергоресурсов, тем ниже энергоемкость. Поэтому сокращение энергоемкости и повышение энергетической эффективности – приоритет экономической политики для повышения национальной конкурентоспособности.

В современных условиях конкуренция на рынках энергетических ресурсов смещается в область передовых технологий добычи и переработки сырья [16, стр. 8]. Этот тренд по М. Портеру [7] соответствует переходу большинства стран от низшей стадии конкурентоспособности, на которой конкурентные преимущества обеспечиваются базисными факторами – избыточными полезными ископаемыми – к более высоким стадиям конкурентоспособности: движимой инвестициями и движимой инновациями. Основными драйверами конкурентоспособности становятся активное инвестирование и привлечение инвестиций; инновации. На стадии инноваций нехватка менее технологичных ресурсов восполняется импортом, а экспорт является более технологичным. Страна сама производит технологии и меньше зависит от их импорта. Именно эта стадия характеризуется высокими темпами повышения энергоэффективности.

Таким образом, процесс повышения энергоэффективности, отражающий возрастание производительности важнейшего фактора производства, формирующегося из топливно-энергетических ресурсов, становится драйвером роста конкурентоспособности национальных экономик в современной глобальной экономике. В связи с этим политика энергоэффективности становится неотъемлемым и приоритетным компонентом государственной экономической политики, который разрабатывается и реализуется в общем русле деятельности правительств разных стран и руководящих органов их союзов [4].

На протяжении более сорока последних лет на мега уровне глобальной экономической системы координацию мероприятий по государственной поддержке и стимулированию энергоэффективности осуществляет Международное энергетическое агентство (International Energy Agency, IEA) – независимый орган, созданный в середине 1970-х годов и действующий ныне при Организации экономического сотрудничества и развития. Страны с наиболее передовыми разработками и технологиями, многие из которых являются импортерами традиционных энергоресурсов, выступают лидерами в сфере повышения энергоэффективности. Внедрение междуна-

родных стандартов в этой области может способствовать усилению их рыночной власти и открыть для корпораций этих стран емкие рынки сбыта. Скоординированные усилия по энергосбережению в этих странах могут поставить под угрозу экспортный потенциал поставщиков энергоресурсов и сократить объемы рынков сбыта.

Страны, обладающие значительными запасами углеводородного сырья и являющиеся экспортерами ТЭР, включая Россию, длительное время находились на первой стадии конкурентоспособности. В настоящее время для сохранения имеющихся конкурентных преимуществ им требуются [19; 25]: диверсификация направлений и товарной структуры энергетического экспорта; недопущение дискриминации национальных энергетических товаров, услуг и инвестиций на мировых энергорынках; обеспечение согласования геополитических и экономических интересов всех основных участниками мировых энергетических рынков, международная координация предпринимаемых мер энергетической политики [19]. Для обретения новых конкурентных преимуществ высшего порядка необходимы всесторонняя поддержка научных исследований, инженерных и конструкторских разработок в области энергетики, создание условий для привлечения крупномасштабных инвестиций в развитие новых технологий и мощностей по добыче, переработке и транспортировке углеводородного сырья, увеличение добавленной стоимости производимых энергоресурсов [25].

Заключение

Таким образом, «зеленая» трансформация энергетики, или энергетический «переход» заключается в замещении углеводородного сырья возобновляемыми энергоресурсами в процессе производства электроэнергии и в построении низкоуглеродной, ресурсоэффективной и социально инклюзивной экономики.

К драйверам энергоперехода в энергетике относятся технологический прогресс, инновации и инвестиции. Один из важнейших эффектов «зеленой» трансформации заключается в повышении энергоэффективно-

сти экономики. В любой отдельно взятой стране это способствует повышению конкурентоспособности национальных предприятий на внешних и внутренних рынках, а также возрастанию уровня жизни населения.

Геополитический аспект анализа развития мировых энергорынков предполагает рассмотрение происходящих с ними изменений как управляемых процессов, развивающихся под действием целенаправленных мер государственной политики стран-основных потребителей и производителей первичной энергии. В сложившейся ситуации изменяется представление о глобальной энергетической безопасности, а именно: актуализируется аспект обеспечения устойчивости мировых энергорынков. Официальная позиция России заключается в том, что устойчивое развитие глобальной экономики должно включать в себя как «зеленую», так и традиционную энергетику, быть комплексным, сбалансированным и соответствовать интересам различных групп стран.

На современном этапе развития энергорынков на смену ресурсной глобализации приходит стремление стран к высокой энергоэффективности и достижению независимости от импорта ТЭР, к самообеспеченности энергетическими ресурсами. Происходит «переворот» в соотношении мировых объемов производства и потребления ТЭР, и рыночная власть перераспределяется от производителей ТЭР к их потребителям.

Глобальный процесс повышения энергоэффективности, отражающий возрастание производительности топливно-энергетических ресурсов, становится драйвером роста конкурентоспособности национальных экономик в современной глобальной экономике. Конкуренция на рынках энергетических ресурсов смещается в область передовых технологий добычи и переработки сырья, что соответствует переходу большинства стран от низшей стадии конкурентоспособности, на которой конкурентные преимущества обеспечиваются базисными факторами – избыточными полезными ископаемыми – к более высоким стадиям конкурентоспособности: движимой инвестициями и движимой инновациями.

Страны с наиболее передовыми разработками и технологиями, многие из которых являются импортерами традиционных энергоресурсов, выступают лидерами в сфере повышения энергоэффективности. Внедрение международных стандартов в этой области может способствовать усилению их рыночной власти и открыть для корпораций этих стран емкие рынки сбыта. Скоординированные усилия по энергосбережению в этих странах могут поставить под угрозу экспортный потенциал поставщиков энергоресурсов и сократить объемы рынков сбыта.

Сохранение и приумножение конкурентных преимуществ стран-экспортеров традиционных ТЭР, включая Россию, на глобальных энергорынках связаны с необходимостью реализации таких мер, как диверсификации направлений и товарной структуры энергетического экспорта; защита национальных энергетических товаров, услуг и инвестиций от дискриминации на мировых энергорынках; обеспечение согласования геополитических и экономических интересов всех основных участниками мировых энергорынков, привлечение широкомасштабных инвестиций и внедрение новых энергосберегающих и цифровых технологий в добычу, переработку и транспортировку традиционных ТЭР, а также в развитие ВИЭ и структурную перестройку энергетики и экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bogachkova L.Y., Guryanova L.S., Usacheva N.Y., Usacheva I.V. (2021) Conditions and Trends of Green Energy Development in the Largest Economies of the Post-soviet Space. In "Smart Technologies" for Society, State and Economy. ISC 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 155. Pages 152-163. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_18>
2. Enerdata. Energy Statistical Yearbook, 2020. <<https://yearbook.enerdata.ru>>
3. IEA Energy efficiency indicators database 2020 (December edition). <<http://data.iea.org/payment/products/120-energy-efficiency-indicators.aspx>>
4. Inshakov O.V., Bogachkova L.Y., Popkova E.G. (2019) Energy Efficiency as a Driver of Global Competitiveness, the Priority of the State Economic Policy and the International Collaboration of the Russian Federation. In: Energy Sector: A Systemic Analysis of Economy, Foreign Trade and Legal Regulations. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 44. pp. 119-134. Springer, Cham; <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90966-0_9>

5. Inshakov O.V., Bogachkova L.Y., Popkova E.G. (2019) The Transformation of the Global Energy Markets and the Problem of Ensuring the Sustainability of Their Development. In: Energy Sector: A Systemic Analysis of Economy, Foreign Trade and Legal Regulations. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 44. pp. 135-148. Springer, Cham <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90966-0_10>
6. International Energy Agency, Energy Efficiency 2017, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf>
7. Porter M.E. (1990) - The competitive advantage of the nations, Ed. The Free Press, A Division of MacMillan Press Ltd., New York.
8. Renewables 2015. Global Status Report. Key Findings. REN 21, UNEP. Paris, 2015. 31 p.
9. The Global Competitiveness Report. Special edition 2020. How Countries are Performing on the Road to Recovery Klaus Schwab Saadia Zahidi World Economic Forum <http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf>
10. United Nations Environment Programme. (2011) Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication. <http://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org/greeneconomy/files/field/image/green_economyreport_final_dec2011.pdf>
11. World Energy Council, World Energy Resources 2016 <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources_FullReport_2016.pdf>
12. World energy outlook 2019 / International energy agency (IEA). <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>>
13. Алексей Текслер на «Российской энергетической неделе»: возобновляемая энергетика в России показывает количественный и качественный рост, Министерство энергетики Российской Федерации. 04.10.2017 <<https://minenergo.gov.ru/node/9455>>.
14. Берёзкина М.Ю., Синюгин О.А. (2019) Перспективы низкоуглеродного развития энергетики России // Окружающая среда и энерговедение (ОСЭ). №2 (2019). DOI: 10.5281/zenodo.3274715
15. Бушуев В.В. Российская электроэнергетика – 2050 в контексте инновационного развития/ В.В. Бушуев, Н.К. Куричев, В.В. Тиматков, А.А. Троицкий. – М.: ЗАО «ГУ ИЭС», 2011. – 76 с. Официальный сайт Института энергетической стратегии (ГУ ИЭС). <<http://www.energystrategy.ru/editions/en-21.htm>>
16. Глобальная энергетика и геополитика (Россия и мир) (2015) /под ред. д.э.н. Шафраника Ю.К. – М.: ИД «Энергия», 2015 - 88 с. Официальный сайт Института энергетической стратегии <http://www.energystrategy.ru/editions/docs/global_energy.pdf>
17. Доклад о состоянии возобновляемой энергетики, 2017. Основные выводы – от проблем к возможностям. Европейская экономическая комиссия. Комитет по устойчивой энергетике. Экономический и Социальный Совет ООН. 18 August 2017. <https://www.unecsc.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gere/GERE_November_2017/ECE_ENERGY_GE7_2017_3r.pdf>
18. Иванов А.С., Матвеев И.Е. Мировой рынок энергоресурсов в сплетении геополитических реалий на пороге 2017 года// Российский внешнеэкономический вестник, 2017. – №. 1. – С. 17-31.

19. Концепция внешней политики Российской Федерации (утверждена Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 30 ноября 2016 г.). Режим доступа: <http://www.mid.ru/foreign_policy/news/-/asset_publisher/cKNonkJE02Bw/content/id/2542248>
20. Парижское соглашение (2015). Организация Объединенных наций, 12 декабря 2015. <https://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf>
21. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН – Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 210 с. <https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Forecast_2019_Rus.pdf>
22. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. 479 с. 1999.
23. Сапир Ж. (2006) Энергобезопасность как всеобщее благо // Россия в глобальной политике, 2006, no. 6, <http://www.globalaffairs.ru/number/n_7780>
24. Сафиуллин М.Р., Сафиуллин Л.Н. (2012), Конкурентоспособность России: взгляд Всемирного экономического форума. (обзорная статья) // Электронный экономический вестник Татарстана. – 2012. – № 2-3. – С. 27-41. <https://elibrary.ru/download/elibrary_21384416_77564217.pdf>
25. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 (в редакции Указа Президента Российской Федерации от 15.03.2021 № 143) <<https://base.garant.ru/71551998/>>
26. Тренды и сценарии развития мировой энергетики в первой половине XXI века / А.М. Белогорьев, В.В. Бушуев, А.И. Громов, Н.К. Куричев, А.М. Мастепанов, А.А. Троицкий. Под ред. В.В. Бушуева. – М.: ИД «ЭНЕРГИЯ», 2011. – 68 с.
27. Швандар К.В. (2011), Современные тенденции формирования международной конкурентоспособности национальной экономики . – Автореферат дисс. на соискание ученой степени докт. экон. наук по специальности 08.00.14. – Мировая экономика. Москва, 2011. МГУ. - 48 с.
28. Энергетика России: постстратегический взгляд на 50 лет вперед / Бушуев В.В., Громов А.И., Белогорьев А.М., Мастепанов А.М. М.: ИАЦ «Энергия», 2016. – 96 с.
29. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. Утв. Распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р. <<https://minenergo.gov.ru/node/1026>>
30. Энергетический бюллетень (2019). Гимади В., Амирагян А., Поминова И., Курдин А., Колобов О., Мартынюк А., Кутузова А., Колобанов С., Подлесная А., Звягинцева А. (2019) Поддержка ВИЭ-генерации: тенденции и возможности. Аналитический центр при Правительстве РФ. Энергетический бюллетень, Выпуск № 71, апрель 2019.

1.5. Моделювання соціально-економічних наслідків «шоку», індукованого COVID-19

«Шок» COVID-19 спричинив значний негативний вплив на динаміку економічних процесів. Карантинні заходи призвели до різкого зниження рівня ділової активності, кризи на фондових ринках внаслідок песимістичних очікувань інвесторів відносно прибутковості діяльності корпорацій, що демонструє динаміка індексів фондових ринків. На рис. 1-6 наведено динаміку індексів американських фондових бірж Dow Jones Industrial Average та S&P 500, індекс Шанхайської фондової біржі SSE Composite, індекс FTSE Британської фондової біржі, та два найпопулярніших індекси в Україні: індекс ПФТС та індекс UX [1].



Рис. 1. Динаміка індексу Доу-Джонса

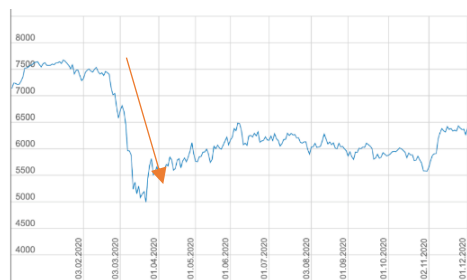


Рис. 2. Динаміка індексу FTSE 100

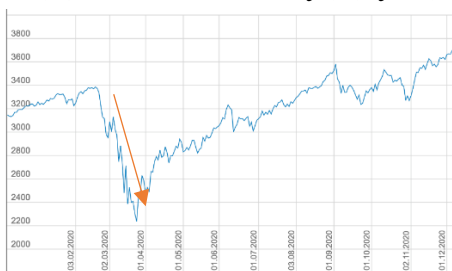


Рис. 3. Динаміка індексу S&P 500

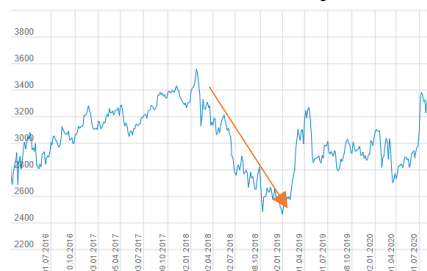


Рис. 4. Динаміка індексу SSE Composite

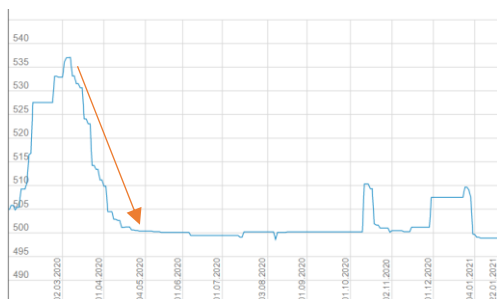


Рис. 5. Динаміка індексу ПФТС

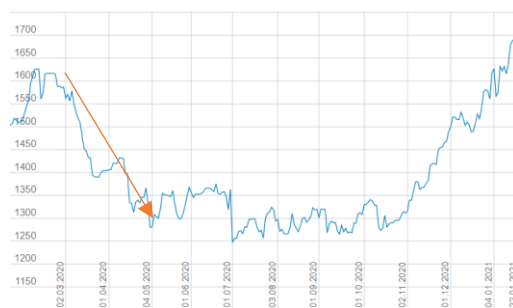


Рис. 6. Динаміка індексу UX

За даними графіків видно, що основний спад на фондових ринках, за винятком Китаю, почався в лютому 2020 року. Саме починаючи з цього періоду в більшості країн світу почалася нова стадія економічного циклу, рецесія. Проте важливим є те, що початок стадії оживлення та її перебіг носить повністю індивідуальний характер в кожній країні, на відміну від стадії спаду, яка почалася майже у всіх країнах одночасно. Адже індекси ПФТС та UX, на відміну від індексів S&P 500 та Доу-Джонса, майже протягом всього року не показували позитивну динаміку, в той час коли інші одразу взяли напрям на зростання.

Різний рівень чутливості національних економік до глобальних «шоків» добре демонструють оцінки глибини спаду реального ВВП, складені за даними ІМФ, і наведені на рис. 7 [2].

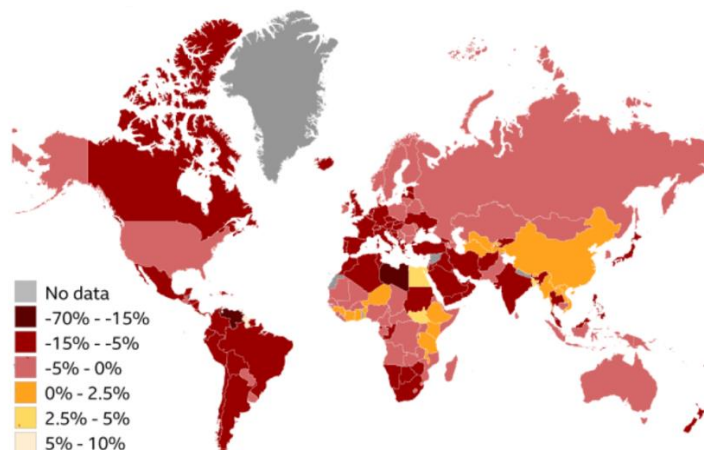


Рис. 7. Темпи зростання реального ВВП

За оцінками МВФ спад світової економіки в 2020 р. склав -4,4%. Єдиною великою економікою світу, яка демонструвала зростання, був Китай з темпом зростання в 2,3%. Глибина спаду за групою країн з високим рівнем розвитку оцінюється на рівні -8% в 2020 році з подальшим відновленням рівня ділової активності до 4,8%. За групою країн з ринками, які розвиваються, прогнозована глибина спаду складає -3% з подальшим відновленням до 5,9% [2-3].

Диференційована чутливість національних економік до впливу глобальних «шоків», яка проявляється в швидкості зараження, тривалості ре-

цесії, глибині спаду, темпах відновлення економіки, потребує дослідження особливостей перебігу кризових процесів для формування адекватного пакету антикризових заходів. Тому актуальним напрямком дослідження є аналіз асиметричного впливу «шоку» COVID-19 на економіку країн і, зокрема, України для формування ефективної проактивної стратегії.

Слід зазначити, що проблема оцінки стійкості національних економік до впливу глобального «шоку» розглядається в роботах багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених, експертів системних фондів, проектних груп департаментів стратегічного планування та макроекономічного прогнозування [4-14]. Так, в роботах [4-7] для оцінки стійкості національних економік до «шоків» застосовуються методи фрактального аналізу, кластерного аналізу, нейронні мережі Кохонена. Запропоновані авторами розробки дозволяють спрогнозувати глибину кризи, виявити односпрямовані реакції національних економік країн різних груп на дію «шоків». Велика кількість аналітичних оглядів і робіт, зокрема роботи [8-14], присвячені розробці консенсус-прогнозу темпів спаду економіки і швидкості відновлення в посткризовий період, аналізу зміни ситуації на ринку праці, зайнятості різних груп населення, розвитку галузей економіки в посткризовий період, просторової кластеризації реакції на «шоки» і її впливу на політичну стабільність, оцінці думок експертів різних фокус-груп щодо ефективності карантинних заходів і найбільш ефективного пакету антикризових заходів, особливостей регіональних політик з урахуванням уразливості національних економік до дії глобальних «шоків» і т.д. Відзначаючи безумовну ефективність запропонованих авторами підходів, слід сказати, що існуючі розробки сконцентровані переважно на оцінці глибини рецесії і недостатньо повно розглядають питання потенціалу відновлення рівня ділової активності.

В роботі запропонована концептуальна схема дослідження впливу «шоку» COVID-19 на динаміку соціально-економічних процесів країни, яка дозволяє оцінити глибину рецесії внаслідок карантинних обмежень, потенціал відновлення рівня ділової активності. Основні етапи концептуальної схеми наведені в табл. 1. Нижче розглядається їх зміст.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Метою *першого етапу* є оцінка потенціалу відновлення рівня ділової активності в посткризовий період. В якості інформаційної бази дослідження виступають квартальні дані ВВП, як одного з найбільш узагальнюючих показників макроекономічної динаміки і рівня життя населення. Інформаційна база під час побудови моделі прогнозування охоплює період до початку пандемії COVID-19. Для побудови моделі прогнозування використовуються наступні методи: модель декомпозиції (Census 1), спектральний аналіз, адаптивні методи прогнозування, ARIMA-моделі [15].

Таблиця 1

Основні етапи концептуального підходу

<i>Етапи</i>	<i>Методи дослідження</i>	<i>Інформаційна база</i>
<p>Етап 1. <i>Оцінка потенціалу відновлення рівня ділової активності</i></p> <p>1.1. Побудова моделі декомпозиції часового ряду ВВП (модель 1);</p> <p>1.2. Побудова моделі періодичної складової (модель 2);</p> <p>1.3. Побудова адаптивної моделі (модель 3)</p> <p>1.4. Побудова комбінованої моделі (модель 4)</p> <p>1.5. Порівняльний аналіз якості моделей, розробка прогнозу</p> <p>1.6. Оцінка потенціалу відновлення рівня ділової активності</p>	<p>Модель декомпозиції (Census 1), спектральний аналіз, адаптивні методи прогнозування, ARMA-моделі</p>	<p>Показники макроекономічного розвитку в докризовий період (2011-2019 рр., поквартальний розріз)</p>
<p>Етап 2. <i>Прогнозування глибини рецесії внаслідок дії «шоку»</i></p> <p>2.1. Вибір методу побудови моделі прогнозування на підставі попереднього аналізу часового ряду</p> <p>2.2. Побудова моделі прогнозування, оцінка якості</p> <p>2.3. Розробка прогнозу, оцінка глибини кризових явищ</p>	<p>Модель декомпозиції (Census 1), спектральний аналіз, адаптивні методи прогнозування, ARIMA-моделі</p>	<p>Показники макроекономічного розвитку в докризовий період і період пандемії (2011-2020 рр., поквартальний розріз)</p>
<p>Етап 3. <i>Оцінка ефективності карантинних заходів</i></p> <p>3.1. Формування фокус-груп</p> <p>3.2. Формування анкети експертного опитування</p> <p>3.3. Статистична обробка результатів експертного опитування</p>	<p>Методи експертного аналізу</p>	<p>Результати опитування фокус-груп</p>

Побудова моделі декомпозиції (*модель 1*) передбачає згладжування часового ряду за допомогою ковзної середньої, попередній аналіз часового ряду на наявність трендової компоненти, оцінювання трендової, циклічної, сезонної, випадкової компонент, синтез рівнів ряду, оцінювання якості прогнозу.

Для побудови моделі періодичної компоненти (*модель 2*) використовується спектральний аналіз, алгоритм якого передбачає розрахунок дендрованого ряду, визначення періодичності значущих гармонік, оцінювання параметрів моделі періодичної складової. Подальший синтез рівнів ряду на підставі результатів прогнозування еволюторної і періодичної складової дозволяє визначити якість ретроспективного прогнозу, прийняти рішення відносно можливості застосування моделі для розробки прогнозу для заданого періоду упередження.

Адаптивна модель (*модель 3*) дозволяє здійснювати налаштування параметрів моделі еволюторної і періодичної складових за рахунок врахування змін характеристик часового ряду. Оскільки в похибках моделі можуть залишатися залежності, які можна моделювати, то адаптивна модель використовується в комбінації з ARMA-моделлю.

Під час побудови комбінованої моделі (*модель 4*) передбачається, що дендрований ряд, отриманий на підставі застосування адаптивної моделі, яка враховує трендову і періодичну складову, а залишки моделі можуть бути представлені у вигляді ARMA-процесу.

На четвертому кроці першого етапу дослідження (табл. 1) здійснюється порівняльний аналіз якості моделей, за допомогою таких критеріїв, як MAE, RMSE, MSE, SSE, MAPE, MPE, коефіцієнту невідповідності Тейла, коефіцієнту кореляції вихідних і розрахункових значень рівнів часового ряду.

На завершальному кроці першого етапу (табл.1) здійснюється розробка прогнозу рівня ділової активності без врахування дії «шоку» COVID-19. Розроблені прогнози є основою для оцінки потенціалу відновлення економіки в посткризовий період.

Змістом *другого етапу* є оцінка глибини кризових явищ внаслідок дії «шоку» COVID-19. Інформаційною базою дослідження на другому етапі є дані макроекономічної статистики, що охоплюють як докризовий період, так і період пандемії COVID-19. Для побудови моделі використовуються адаптивні методи прогнозування, які дозволяють як слід описувати неоднорідні часові ряди. Побудова адаптивної моделі передбачає визначення характеру періодичної складової (адитивної або мультиплікативної), визначення типу тренду, підбор оптимальних значень параметрів адаптації, які дозволяють мінімізувати похибку прогнозу. Після порівняльного аналізу якості альтернативних варіантів моделі, визначення найкращої моделі, здійснюється розробка прогнозу для заданого періоду упередження, визначається прогнозована глибина рецесії.

На третьому етапі дослідження здійснюється експертна оцінка наслідків карантинних заходів. Проведення експертного опитування передбачає формування фокус-груп, анкети експертного опитування, анкетування, статистичну обробку експертних оцінок [16].

Таким чином, запропонована вище схема дозволяє оцінити глибину рецесії внаслідок впливу «шоку» COVID-19, потенціал відновлення рівня ділової активності, які можуть бути маркерами під час прийняття рішень відносно формування проактивної стратегії, спрямованої на попередження кризових ситуацій і забезпечення стійкого функціонування та розвитку соціально-економічних систем (СЕС). Далі більш детально розглянута оцінка потенціалу відновлення рівня ділової активності та оцінка глибини кризових явищ внаслідок дії «шоку» COVID-19, що є завданням першого і другого етапу концептуальної схеми.

Для розробки моделі оцінки впливу «шоку» COVID-19 на соціально-економічну ситуацію в країні, як було зазначено вище, обрано найбільш загальний макроекономічний показник, що відображає ринкову вартість усіх кінцевих товарів та послуг - ВВП у цінах попереднього року. Дані, які були обрані для аналізу на першому етапі дослідження, взяті з 2011 року по третій квартал 2019 року в кварталному розрізі [4]. Тобто дані, які ви-

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

користувалися під час побудови моделі, не враховували період пандемії COVID-19. Для обробки даних застосувався ППП Statistica.

Попередній аналіз часового ряду показав наявність трендової компоненти: є стійка тенденція зростання ВВП України протягом досліджуваного періоду, причому характер тенденції близький до лінійної. Крім того, аналіз автокореляційної функції часового ряду дозволив зробити висновок про наявність періодичних коливань. Проведено адитивну декомпозицію часового ряду, оскільки графічний аналіз ряду показав відсутність чітко вираженої зміни амплітуди відносно лінії тренду. Результати декомпозиції наведені на рис. 8-9.

Seasonal Decomposition: Additive season (4); Centered means (Spreadsheet)							
Case	Y	Moving Averages	Diffnrcs	Seasonal Factors	Adjusted Series	Smoothed Trend-c.	Ireg. Compon.
1	283330			-48357.2	331687.2	323214.9	8472.3
2	319251			-14112.4	333363.4	324208.8	9154.6
3	361837	328524.3	33312.8	54261.1	307575.9	326196.7	-18620.8
4	339646	333704.6	5941.4	8208.5	331437.5	333452.7	-2015.2
5	303396	339464.3	-36068.3	-48357.2	351753.2	340829.7	10923.5
6	340628	347602.0	-6974.0	-14112.4	354740.4	348395.2	6345.3
7	386537	353739.5	32797.5	54261.1	332275.9	351354.7	-19078.8
8	380048	354518.6	25529.4	8208.5	371839.5	356443.2	15396.4
9	312094	353222.5	-41128.5	-48357.2	360451.2	354025.7	6425.5
10	338163	346757.6	-8594.6	-14112.4	352275.4	347370.7	4904.7
11	378633	339899.8	38733.3	54261.1	324371.9	338174.4	-13802.6
12	336233	338148.6	-1915.6	8208.5	328024.5	337023.7	-8999.2
13	301046	341463.3	-40417.3	-48357.2	349403.2	342345.5	7057.7
14	335202	351360.3	-16158.3	-14112.4	349314.4	351132.9	-1818.5
15	408111	372874.6	35236.4	54261.1	353849.9	370760.8	-16910.9
16	385931	405480.3	-19549.3	8208.5	377722.5	402396.1	-24673.5
17	423463	444439.4	-20976.4	-48357.2	471820.2	447481.7	24338.5
18	473630	487351.3	-13721.3	-14112.4	487742.4	487394.7	347.7
19	581356	519480.5	61875.5	54261.1	527094.9	520326.5	6768.3
20	555981	542486.0	13495.0	8208.5	547772.5	543073.4	4699.1
21	510447	569465.4	-59018.4	-48357.2	558804.2	568280.8	-9476.6
22	570690	597854.5	-27164.5	-14112.4	584802.4	596404.3	-11601.8
23	700131	628083.8	72047.3	54261.1	645869.9	630060.0	15809.9
24	664319	663929.6	389.4	8208.5	656110.5	663060.8	-6950.3
25	643943	705166.8	-61223.8	-48357.2	692300.2	703737.1	-11437.0
26	723961	749048.6	-25087.6	-14112.4	738073.4	747829.2	-9755.7
27	876757	786128.1	90628.9	54261.1	822495.9	790169.0	32326.9
28	838748	820375.5	18372.5	8208.5	830539.5	821504.8	9034.7
29	766150	861014.3	-94864.3	-48357.2	814507.2	855846.8	-41339.6
30	875733			-14112.4	889845.4	900062.2	-10216.7
31	1050095			54261.1	995833.9	922169.8	73664.0

Рис. 8. Результат адитивної декомпозиції

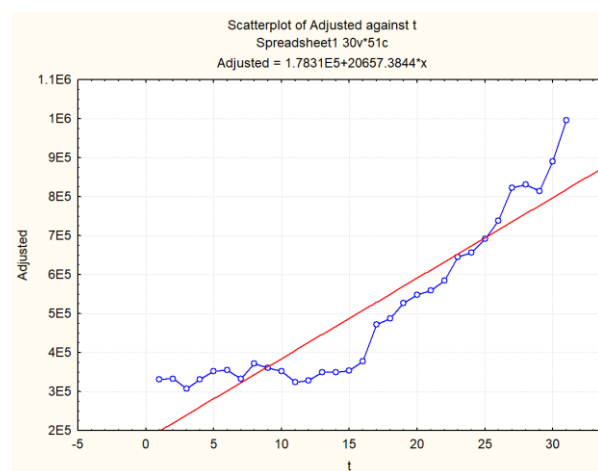


Рис. 9. Графік ряду, скорегованого на сезонність

Із аналізу графіка зроблено висновок про існування лінійного тренду. Результати побудови моделі тренду представлені на рис. 10. Наведені на рис. 10 критерії дозволяють зробити висновок, що побудована модель адекватна, всі параметри моделі статистично значимі за критерієм Стюдента з ймовірністю 99%. Коефіцієнт кореляції, детермінації, критерій Фішера також свідчать про адекватність моделі в цілому.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Regression Summary for Dependent Variable: Adjusted (Spreadsheet1)						
R= .91862140 R ² = .84386528 Adjusted R ² = .83848132						
F(1,29)=156.74 p<.00000 Std.Error of estimate: 82170.						
N=31	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(29)	p-level
Intercept			178310.8	30245.39	5.89547	0.000002
t	0.918621	0.073375	20657.4	1650.02	12.51947	0.000000

Рис. 10. Параметри лінійної моделі трендової компоненти

Далі здійснено порівняння фактичних значень часового ряду і прогнозних значень, отриманих на підставі моделі декомпозиції (модель 1): $Prediction_{Ad} = 178310,8 + 20657,4 \cdot t + Seasonal\ factor_t + \varepsilon_t$. Результати представлені на рис. 11.

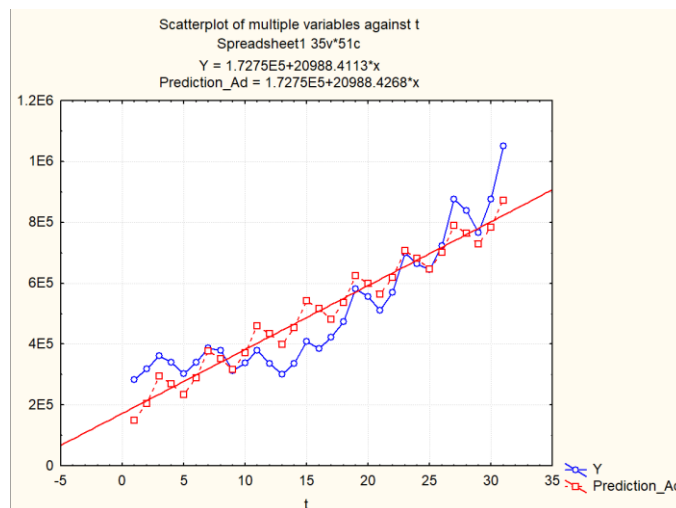


Рис. 11. Графік емпіричних та теоретичних значень ВВП України

За графіком видно, що модель погано описує динаміку ВВП України, оскільки не врахована циклічна складова.

На наступному кроці (табл. 1) здійснювалась побудова моделі періодичної складової (моделі 2) за допомогою спектрального аналізу. Спочатку знайдено параметри лінійного тренду за допомогою МНК. Результат побудови моделі тренду наведено на рис. 12.

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1)						
R= .90449489 R ² = .81811100 Adjusted R ² = .81183897						
F(1,29)=130.44 p<.00000 Std.Error of estimate: 91517.						
N=31	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(29)	p-level
Intercept			172749.6	33685.83	5.12826	0.000018
t	0.904495	0.079196	20988.4	1837.71	11.42094	0.000000

Рис. 12. Оцінка параметрів лінійного тренду

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Отже, за результатами розрахунку можна зробити висновок про найбільш ймовірний лінійний характер моделі тренду, оскільки 81,8% варіації ВВП пояснюється побудованою регресійною залежністю. Графік значень першого залишкового ряду наведений на рис. 13.

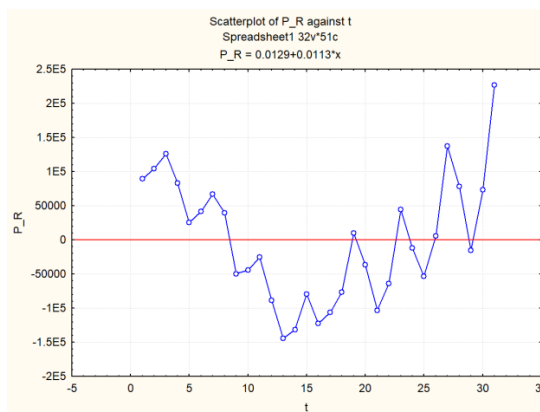


Рис. 13. Графік першого залишкового часового ряду

Результати спектрального аналізу представлені на рис. 14.

Spectral analysis: P_R : =Y-172749.6-20988.4*t (Spreadsheet1)						
No. of cases: 30						
Frequency	Period	Cosine Coeffs	Sine Coeffs	Periodogram	Density	Hamming Weights
0	0.000000	-15113.6	-0.0	3.426333E+09	6.678316E+10	0.035714
1	0.033333	94672.5	1833.1	1.344935E+11	6.711327E+10	0.241071
2	0.066667	-387.6	19521.4	5.718553E+09	3.561580E+10	0.446429
3	0.100000	-226.6	-10894.8	1.781220E+09	7.616583E+09	0.241071
4	0.133333	-3692.7	12316.0	2.479801E+09	2.209844E+09	0.035714
5	0.166667	1322.9	8719.5	1.166684E+09	3.054115E+09	
6	0.200000	-6285.1	17642.1	5.261202E+09	7.338354E+09	
7	0.233333	5163.9	33164.9	1.689869E+10	1.266438E+10	
8	0.266667	3.75000	-27698.0	1.528782E+10	1.194031E+10	
9	0.300000	3.33333	3882.9	-14765.3	3.496380E+09	5.954366E+09
10	0.333333	3.00000	-2585.8	-3677.1	3.031057E+08	1.764171E+09
11	0.366667	2.72727	-700.8	-7627.5	8.800538E+08	7.791725E+08
12	0.400000	2.50000	-5096.3	-5096.6	7.792147E+08	6.112800E+08
13	0.433333	2.30769	-465.2	-851.2	1.411583E+07	4.885476E+08
14	0.466667	2.14286	-6791.2	4796.5	1.036906E+09	6.189223E+08
15	0.500000	2.00000	4926.2	-0.0	3.640134E+08	6.634513E+08

Рис. 14. Результати спектрального аналізу

З даних рис. 14 видно, що сама повільна хвиля має період, який дорівнює 30 кварталів (7,5 років), а найшвидший період дорівнює 2 кварталам. Наявність великої кількості значущих періодичних складових вказує на те, що тривалість циклів і їх амплітуда не є стійкими, тобто ряд має скоріше хвильову, ніж циклічну динаміку. Найбільш значущими періодичними складовими є гармоніки з періодичністю, яка дорівнює 30 кварталів (7,5 років), 10 кварталів (2,5 роки), 5 кварталів (біля року), 3 квартали (0,75 року). Тобто в динаміці ВВП переважають короткострокові гармоніки. Модель періодичної складової має вигляд:

$$p_t = -700.8 \cos \left[\frac{2\pi}{2.73} (t - 1) \right] - 7627.5 \sin \left[\frac{2\pi}{2.73} (t - 1) \right] - 226.6 \cos \left[\frac{2\pi}{10} (t - 1) \right] - 10894.8 \sin \left[\frac{2\pi}{10} (t - 1) \right] - 6285.1 \cos \left[\frac{2\pi}{5} (t - 1) \right] + 17642.1 \sin \left[\frac{2\pi}{5} (t - 1) \right] + 94672.5 \cos \left[\frac{2\pi}{30} (t - 1) \right] + 1833.1 \sin \left[\frac{2\pi}{30} (t - 1) \right] + \varepsilon_t$$

Далі розраховано прогнозні значення показника з урахуванням трендової і періодичної складової часового ряду та побудовано графік фактичних і розрахункових значень показника, отриманих за моделлю. Результати представлені на рис. 15.

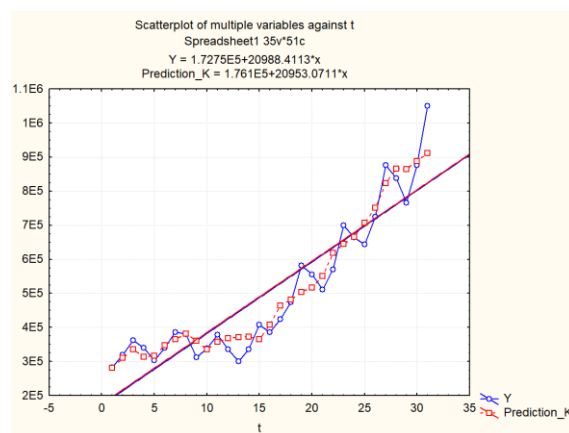


Рис. 15. Графік фактичних і прогнозних значень, отриманих за моделлю 2

За отриманими даними можна зробити висновок, що якість прогнозів, отриманих на підставі моделі, недостатньо висока внаслідок хвильової динаміки ряду. Тому далі розглянуто адаптивні методи прогнозування, які дозволяють досліджувати неоднорідні часові ряди.

Наступним кроком дослідження (табл. 1) є побудова моделі експоненційного згладжування (модель 3). Спочатку визначено тип періодичної і трендової складової. Здійснювався перебір з подальшим вибором найкращої серед 6-ти специфікацій моделі: модель експоненційного згладжування з урахуванням адитивної періодичної складової і лінійного тренду (модель 3.1), експоненційного тренду (модель 3.2), затухаючого тренду (модель 3.3); модель з урахуванням мультиплікативної періодичної складової і лінійного тренду (модель 3.4); експоненційного тренду (модель 3.5), затухаючого тренду (модель 3.6). Найкращою за критерієм середньої абсолютної відсоткової похибки апроксимації (Mean Abs % Error) є модель 3.5 (да-

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

лі модель 3). Оптимальні значення параметрів адаптації для цієї моделі, визначені на підставі перебору параметрів по сітці параметрів, наведені на рис. 16.

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet1)									
Model: Expon. trend, mult. season(4); S0=313E3 T0=1.020									
Model Number	Alpha	Delta	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
650	0.900000	0.100000	0.200000	1468.699	12339.65	1.038415E+10	334972504	0.345629	2.845632
659	0.900000	0.200000	0.200000	1471.955	12445.87	1.049639E+10	338593379	0.344568	2.863356
668	0.900000	0.300000	0.200000	1472.504	12537.21	1.060363E+10	342052575	0.343332	2.878487
651	0.900000	0.100000	0.300000	351.668	13084.85	1.067317E+10	344295925	0.163782	2.987920
677	0.900000	0.400000	0.200000	1470.848	12614.01	1.070622E+10	345361922	0.341964	2.891117
569	0.800000	0.100000	0.200000	1730.891	12541.50	1.080281E+10	348477744	0.402459	2.906677
686	0.900000	0.500000	0.200000	1467.425	12676.66	1.080492E+10	348545764	0.340501	2.901348
660	0.900000	0.200000	0.300000	354.762	13160.88	1.080936E+10	348689110	0.162726	3.000196
570	0.800000	0.100000	0.300000	447.895	12871.85	1.087071E+10	350667998	0.197597	2.962668
649	0.900000	0.100000	0.100000	4551.183	12110.65	1.089395E+10	351417758	0.768495	2.791252

Рис. 16. Оптимальні значення параметрів адаптації

Результати реалізації моделі експоненційного згладжування з урахуванням експоненційного тренду і мультиплікативної сезонності з параметрами адаптації $\alpha = 0.9$, $\Delta = 0.1$, $\Gamma = 0.1$ наведені на рис. 17.

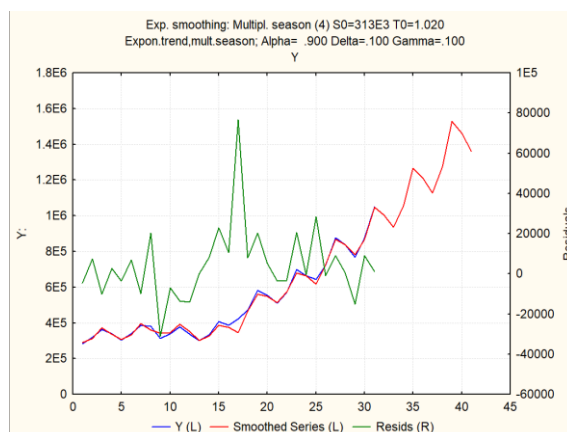


Рис. 17. Графік фактичних і прогнозованих значень ВВП

Аналіз даних дозволяє зробити висновок про досить високу точність побудованої моделі. Критерії якості моделі наведені на рис. 18.

Exp. smoothing: Multipl. season (4) S0=313E3 T0=1.020 (Spreadsheet1)	
Expon.trend,mult. season; Alpha= .900 Delta= .100 Gamma= .100	
Y	
Summary of error	Error
Mean error	4.551183E+03
Mean absolute error	1.211065E+04
Sums of squares	1.089395E+10
Mean square	3.514178E+08
Mean percentage error	7.684950E-01
Mean abs. perc. error	2.791252E+00

Рис. 18. Критерії якості моделі

Як видно з рис. 18, середня абсолютна відсоткова похибка моделі (Mean abs perc. error) дорівнює 2.8%, середня відсоткова похибка (mean

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

percentage error) не перевищує 5%. Однак, оскільки значення коефіцієнтів автокореляції залишків моделі (рис. 19-20) для певних лагів є близькими до критичних, то здійснено спробу покращити якість моделі шляхом побудови ARMA-моделі для залишків та додаванням до прогнозу за трендом і періодичною складовою прогнозу випадкової компоненти на основі ARMA-моделі (модель 4).

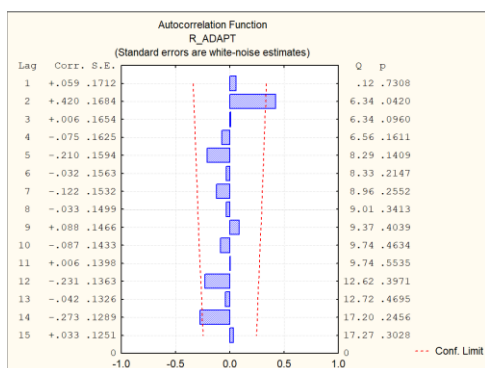


Рис. 19. Графік автокореляційної функції

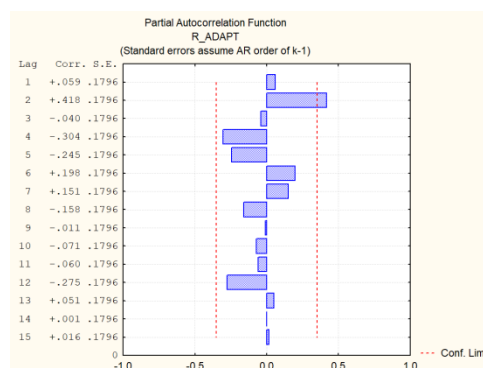


Рис. 20. Графік приватної автокореляційної функції

Як видно з рис. 19-20, поведження автокореляційної функції й приватної автокореляційної функції характерне для моделі авторегресії-ковзного середнього першого або другого порядку. Перебір різних варіантів моделі показав, що найкращою є модель ARIMA(1,0,1). Результати побудови моделі представлені на рис. 21.

Input: R_ADAPT (Spreadsheet1)						
Transformations: none						
Model:(1,0,1) MS Residual= 3490E5						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(29)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
p(1)	0.738621	0.274152	2.694199	0.011610	0.177916	1.299326
q(1)	0.552033	0.316130	1.746219	0.091359	-0.094526	1.198592

Рис. 21. Результати побудови моделі ARIMA(1,0,1)

За отриманими характеристиками моделі можна зробити висновок, що параметр моделі при авторегресійній складовій є статистично значущим за критерієм Стюдента з ймовірністю 99%, значущість параметру при ковзному середньому підтверджується з ймовірністю 91%. Прогнозні значення змінної з урахуванням трендової, періодичної та випадкової компонент наведені на рис. 22.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

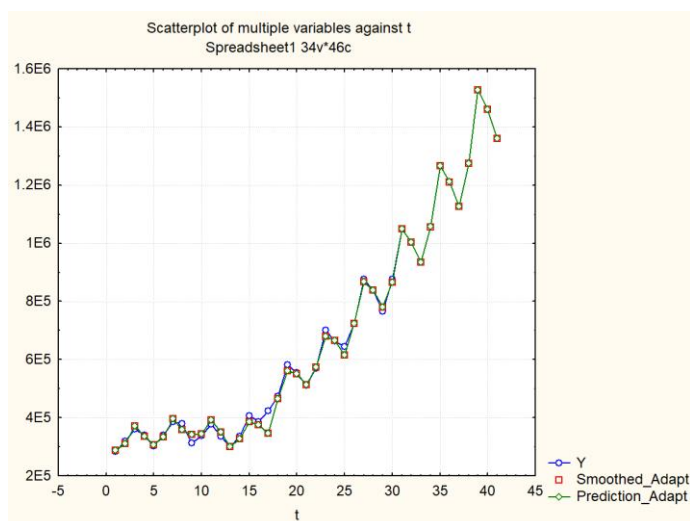


Рис. 22. Графік прогнозних значень ВВП України

Порівняльний аналіз якості побудованих моделей наведений в табл. 2. Слід зазначити, що в табл. 2 не врахована модель 2, оскільки похибка прогнозу за цією моделлю перевищує 20%.

Таблиця 2

Критерій якості прогнозу / Модель	Модель декомпозиції (модель 1)	Адаптивна модель прогнозування (модель 3)	Комбінована модель (модель 4)
Mean abs perc. error	15.66	2.79	7.09

Отже за результатами оцінювання якості побудованих моделей, можна зробити висновок, що найкращою моделлю є модель експоненційного згладжування з урахуванням мультиплікативної періодичної складової і експоненційного тренду. Саме прогноз за цією моделлю розглянуто в подальшому.

Для розуміння глибини економічного спаду в Україні, що виник в результаті пандемії, викликаної COVID-19, оцінки потенціалу відновлення рівня ділової активності в посткризовий період здійснюється порівняння та аналіз фактичних значень ВВП України та прогнозних значень.

Для порівняння обрані дані за четвертий квартал 2019 року та перший та другий квартал 2020 року (табл. 3).

Оцінка відсотку зниження темпів зростання внаслідок дії «шоку»

Квартал / Дані	Фактичні	Прогнозні	Відхилення	Реальний темп зростання внаслідок дії «шоку» COVID-19	Потенційний темп зростання без урахування «шоку» COVID-19	Відсоток зниження, %
IV квартал 2019	983750	1004506,01	-20756,01	17%	19,8%	2,07%
I квартал 2020	818004	934868,084	-116864,084	7%	22,0%	12,5%
II квартал 2020	839436	1056868,96	-217432,96	-4%	20,7%	20,57%

Отже, за даними таблиці можемо сформулювати висновок, що фактичний ВВП України за розглянутий період пандемії є значно нижчим, ніж прогнозні дані, що були отримані на основі побудованої моделі, яка відбиває інерційну динаміку. Всі похибки моделі є від'ємними, що говорить про значний спад в економіці країни. За отриманими даними середній відсоток зниження ВВП у річному вираженні складає 11,69%. Отже потенціал відновлення рівня ділової активності в посткризовий період оцінюється на рівні 11,7% в річному вираженні з урахуванням фактору інфляції.

Отримані результати корелюють з динамікою індикатору економічних настроїв [17] (рис. 23), пік спаду якого приходить на II квартал 2020 року.

На другому етапі дослідження (табл. 1) здійснювалось оцінювання тенденцій розвитку економіки внаслідок дії «шоку» COVID-19, прогнозувалась глибина рецесії. Побудовано модель експоненційного згладжування з урахуванням мультиплікативної періодичної складової і експоненційного тренду. Дані, що використані для побудови моделі та прогнозування за

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

нею, враховували дані в період пандемії. Знайдені оптимальні значення параметрів адаптації наведені на рис. 24.

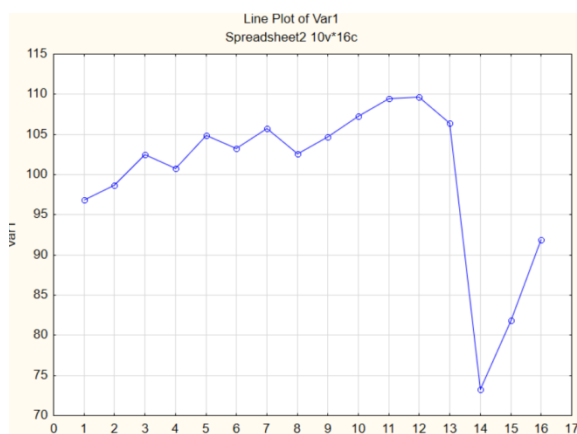


Рис. 23. Динаміка індикатору економічних настроїв (2017-2020 рр.,
квартальний розріз)

Parameter grid search (Smallest abs. errors are highlighted) (Spreadsheet1)									
Model: Expon. trend, mult. season(4); S0=313E3 T0=1.020									
Model Number	Alpha	Delta	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
654	0.900000	0.100000	0.600000	-4808.39	17507.88	2.195555E+10	646751383	-0.511616	3.413582
655	0.900000	0.100000	0.700000	-4543.66	17516.75	2.201553E+10	647515450	-0.494291	3.449930
663	0.900000	0.200000	0.600000	-4794.37	17636.84	2.216696E+10	651969520	-0.510757	3.432134
576	0.800000	0.100000	0.900000	-4540.05	17476.66	2.218820E+10	652594224	-0.491264	3.410353
653	0.900000	0.100000	0.500000	-5048.89	17567.83	2.225289E+10	654496771	-0.523224	3.406758
664	0.900000	0.200000	0.700000	-4528.21	17658.64	2.226709E+10	654914540	-0.492843	3.469956
575	0.800000	0.100000	0.800000	-4901.45	17611.15	2.227102E+10	655029529	-0.513594	3.409367
672	0.900000	0.300000	0.600000	-4782.13	17751.46	2.240999E+10	659117320	-0.510131	3.444052
662	0.900000	0.200000	0.500000	-5036.00	17661.64	2.243012E+10	669709346	-0.522819	3.418322
656	0.900000	0.100000	0.800000	-4268.10	17496.84	2.244743E+10	660218429	-0.474262	3.484471

Рис. 24. Оптимальні значення параметрів адаптації

Прогнозні значення ВВП, розраховані за моделлю експоненційного згладжування з параметрами адаптації $\text{Alpha} = 0.9$, $\text{Delta} = 0.1$, $\text{Gamma} = 0.5$, наведені на рис. 25.

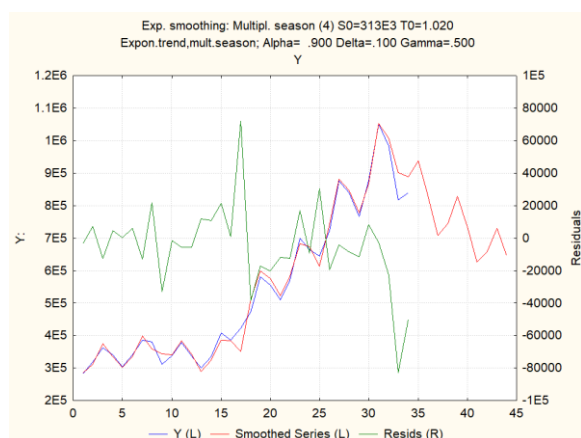


Рис. 25. Графік прогнозних значень ВВП
з урахуванням впливу «шоку» COVID-19

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

Критерії якості побудованої моделі наведені на рис. 26.

Exp. smoothing: Multipl. season (4) S0=313E3 T0=1.020 (Spreadsheet1)	
Expon.trend,mult.season; Alpha=.900 Delta=.100 Gamma=.500	
Y	
Summary of error	Error
Mean error	-5.048887E+03
Mean absolute error	1.756783E+04
Sums of squares	2.225289E+10
Mean square	6.544968E+08
Mean percentage error	-5.232236E-01
Mean abs. perc. error	3.406758E+00

Рис. 26. Критерії якості моделі

Графік прогнозних значень ВВП України, знайдених на підставі моделей без урахування дії «шоку» COVID-19 і з урахуванням дії «шоку» дано на рис. 27.

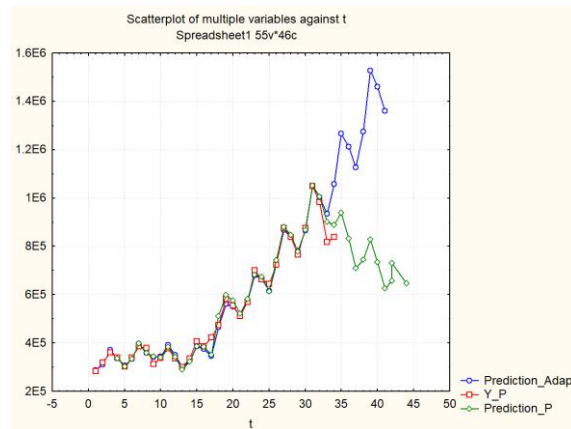


Рис. 27. Графік прогнозних значень ВВП України без урахування і з урахуванням впливу «шоку» COVID-19

Таким чином, за прогнозом, розрахованим на основі моделі експоненційного згладжування, яка була побудована з урахуванням динаміки ВВП в період пандемії, можна зробити висновок, що падіння ВВП є досить значним і оцінюється на рівні 12% при збереженні поточних тенденцій розвитку. Результати дослідження можуть бути використані при розробці стратегії проактивного управління, яка спрямована на попередження кризових ситуацій в соціально-економічних системах різного рівня ієрархії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фондовые индексы (2020). URL: <https://index.minfin.com.ua/markets/stock/>.
2. Palumbo, D., Brown, D. (2021). Coronavirus: How the pandemic has changed the world economy. BBC News. URL: <https://www.bbc.com/news/business-51706225>.
3. A Crisis Like No Other, An Uncertain Recovery (2020). URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020>
4. Strelchenko, I., Matviychuk, A., Vashchaiev, S., Velykoivanenko, H. (2019). Simulation of the crisis contagion process between countries with different levels of socio-economic development. CEUR Workshop Proceedings. Volume 2393. P. 485-496. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_423.pdf
5. Стрельченко, І.І. (2020). Прогнозування сценаріїв розвитку економіки України під впливом пандемії COVID-19. Економіка сьогодення: актуальні питання та інноваційні аспекти: зб. матеріалів III Міжн. наук.-практ. конф., 25 липня 2020 р., Запоріжжя: Східноукраїнський інститут економіки та управління, С. 19-21.
6. Гурьянова, Л.С., Зима, А.Г., Полянский, В.А. (2020). Применение методов кластерного и фрактального анализа для исследования динамики индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков /Системный анализ и моделирование процессов управления. Под ред. докт. экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С. Клебановой, докт. экон. наук, проф. Л.С. Гурьяновой. Братислава-Харьков. ВШЭМ – ХНЭУ им. С. Кузнеця, 288 с., С. 133-145. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23803>
7. Полякова, О.Ю., Чернова, Н.Л. (2020). Оцінка стійкості економік під час світової економічної кризи. Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем. Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції 09-10 квітня 2020 р. Мультимедійне наук. електрон. вид. Братислава – Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця. URL: <http://mpsesm.org/book/2020/thesis02-885.html#thesis02-885>
8. Україна: вплив COVID-19 на економіку і суспільство (2020). Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. Департамент стратегічного планування та макроекономічного прогнозування. Серпень 2020, №52. URL: <https://www.me.gov.ua/>
9. Fasih, T., Patrinos, H. A., Shafiq, M. N. (2020). The Impact of COVID-19 on Labor Market Outcomes: Lessons from Past Economic Crises. World Bank Blogs. World Bank, Washington, DC, 2020. <https://blogs.worldbank.org/education/impact-covid-19-labor-market-outcomes-lessons-past-economic-crises>
10. Response Note to COVID-19 in Europe and Central Asia: Policy and Practice Recommendations. (2020). World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33725>

11. Жаліло, Я. А., Базиліюк, Я. Б., Ковалівська, С. В., Коломиєць, О. О. та ін. (2020). Україна після корокризи - шлях одужання. Національний інститут стратегічних досліджень. Київ: НІСД, 304 с.
12. Gudmundsson, S. V., Cattaneo, M., Redondi, R. (2021). Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of COVID-19. *Journal of Air Transport Management*, Volume 91. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.102007>
13. Bradaab, Josef C., Gajewskic, Paweł, Kutande, Ali M. (2021). Economic resiliency and recovery, lessons from the financial crisis for the COVID-19 pandemic: A regional perspective from Central and Eastern Europe. *International Review of Financial Analysis*, Volume 74. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101658>
14. Shinnosuke Kikuchia, Sagiri Kitaob, Minamo Mikoshibac (2021). Who suffers from the COVID-19 shocks? Labor market heterogeneity and welfare consequences in Japan. *Journal of the Japanese and International Economies*, Volume 59. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2020.101117>
15. Гур'янова Л. С. Моделювання збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів: монографія / Л. С. Гур'янова. – Бердянськ: ФОП Ткачук О.В., 2013. - 406 с.
16. Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем. Монография / Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ФЛП Павленко А.Г., ИД “ИНЖЭК”, 2010. – 280 с.
17. Сайт Державної служби статистики. URL: <http://ukrstat.gov.ua/>

1.6. Methodological foundations for the development and forecast of the socio-economic processes mathematical models effectiveness

1. The problem formulation

To solve practical problems in each subject area we need knowledge of the properties of objects, processes or phenomena (hereinafter – objects) and the laws of their change. The source of such knowledge can be practical experience, in case of preservation of objects' existence conditions, or the scientific researches allowing us to receive the knowledge sufficient for forecasting of objects' states possible changes. The main feature of knowledge belonging to the category of "science" is [1, 2] the possibility of their application to predict changes in the objects of this knowledge with an accuracy sufficient for the practice of working with such objects.

The most developed form of scientific knowledge organization is the theory (from the Greek. Theoría, theoréo – consider, explore), which gives us a holistic view of the patterns and essential connections in a particular area of reality – the object of this theory.

Many variants of theories can be divided into two groups - scientific theories, usually objective, confirmed by the practice of applying the knowledge of this theory and those that provide the ability to predict changes in the studied objects, and subjective theories that have not yet been confirmed by practice directly or indirectly (Fig. 1).

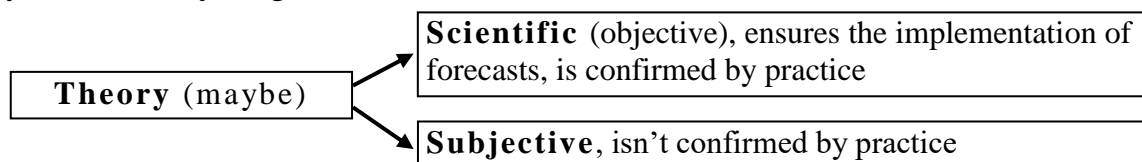


Figure 1. Possible types of theory

The ultimate goal of scientific theory is the ability to predict changes in the object of theory to ensure the practice of object management or the practice of working with an uncontrolled object, such as earthquakes.

To achieve this goal, scientific theory must ensure the implementation of a set of interrelated functions (Fig. 2): description of the object, explanation of the causes and consequences of possible changes in its states, forecasting possible changes in the object in the interests of practical solutions in the case of management the object of theory.

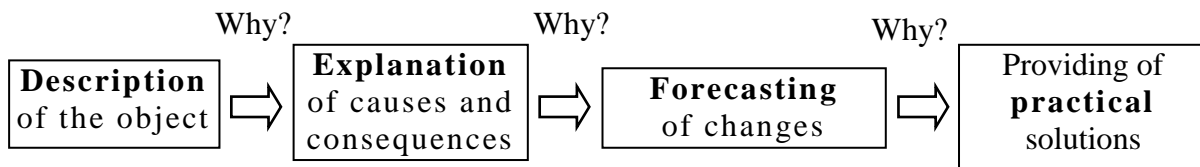


Figure 2. Functions of scientific theory

The initial basic element of scientific theory is a description of the relationships and patterns of the object, that are essential for the purposes of the theory and one that is an idealized model of the object under study, suitable for its replacement in explaining causes and effects and for making predictions. The process of a model developing is often called modeling.

The *concept* of "*model*" (formed from the Latin *modulus* - measure, analogue, sample) in the broadest sense of the word includes any image of any object, process or phenomenon that serves as the original of a model [3, p. 828, Item 5]. Such an image can be physical or conditional, for example, symbolic. The model can exist in the form of a mathematical formula, map, graph, action plan, project, state budget, method or technique, theory, decision on the operation, in the form of thoughts about specific objects or actions or in other forms.

To date, the most widespread are mathematical models, which are further the subject of analysis.

It's known that any real object has an infinite number of properties and relationships. This truth was figuratively stated by the German philosopher Joseph Dietzgen – "The electron is as inexhaustible as the atom." Therefore, the model of the object can reflect only a part of its features and relationships. Therefore, depending on the ratio of modeling goals and the composition of the properties of the object that are taken into account in the modeling, all models can be divided into three classes: useful, useless and harmful, which can be identified as follows.

Useful models – include parameters and properties of the object that are the most important for modeling purposes.

Useless models – include only some parameters and properties of a real object that are essential for modeling purposes.

Harmful models – include parameters and properties of a real object that are not essential for modeling purposes and distort the predicted result up to the appearance of undesirable consequences of the decisions made. So, if the pedestrian at a time of crossing of the highway with intensive movement in the model of a situation will consider only quantity of birds in the sky then execution of his decisions can lead to "undesirable – harmful consequences"..

From the point of view of the practical purposes of forecasts performance and decision-making, as a part of the scientific theory it is possible to allocate three groups of interconnected tools (Fig. 3): models, methods of estimations execution and techniques of solving the problems in concrete conditions.

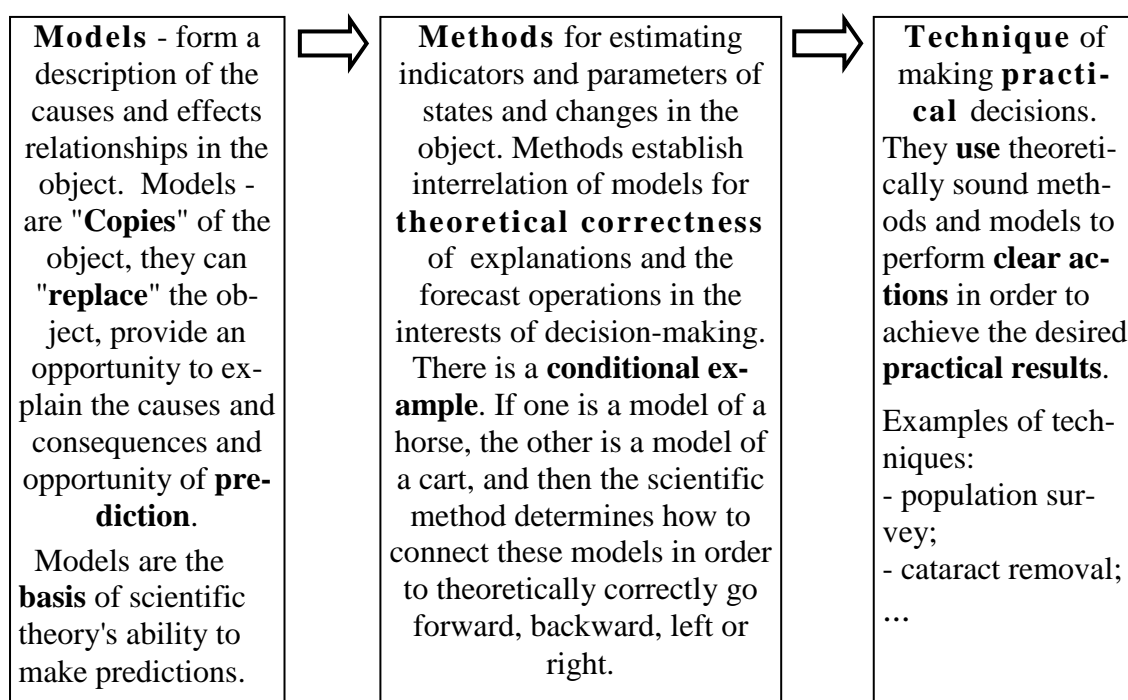


Figure 3. Tools of scientific (objective) theory

The method (from the Greek μέθοδος – the path of research or cognition, from μετά- + ὁδός "path") is often seen as a systematized set of steps and actions

aimed at solving a problem or achieving a goal. The tasks of the method include the theoretical substantiation of the obtained result due to the use of the regularities of the real object reflected in the models and due to the prognostic properties of the models. The same model or set of models can be used to form different methods to solve different problems.

The technique is a specification of the method, bringing it to the instructions, to the algorithm, to a clear description of the method of action in order to obtain the desired result in specific conditions. In some cases, to achieve the goals of action, one technique can be based on the scientific principles of several methods. So in sociology within one technique can be used methods of collecting primary information, methods of psychology, mathematics, mathematical statistics and others.

Thus, the basis of scientific forecasting and evaluation of the expected results of the decisions implementation is a useful model. The model becomes useful when in accordance with the goals of modeling in the model are reflected the properties of the represented object sufficiently and accurately, and consumers of information can timely obtain the desired results with the required accuracy (in details), and can be sure of sufficient adequacy models of the simulation object. These conditions are the cause of hidden contradictions in the development of useful models (Table 1).

Table 1

Contradictions of modeling

№	The essence of contradictions
1	Certainty ↔ Agility
2	Development of the real process and needs of governing bodies ↔ fixed structure of models
3	High accuracy (detailing) of modeling ↔ uncertainty of initial data
4	Randomness, uniqueness of each implementation of the real process ↔ the need of stable recommendations for decision-making
5	Model adequacy requirement (for large operations) ↔ and there is no such operations

The first is the contradiction between the requirement of high certainty of modeling results and the requirement of agility (timeliness of obtaining results).

The increase in certainty is achieved by increasing the number of factors and parameters taken into account in the models. This complicates the model, increases the time of preparation and input of data, increases the time of calculations and as a result loses agility. The results of the modeling are issued to decision-makers and management bodies much later than the deadlines and become useless.

The second is the contradiction between the object of modeling which is constantly evolving and the structure of the model, which reflects the object of modeling only at the time of the model creation.

The third is the contradiction between the required degree of detail (accuracy) of the processes reflection in the models and the uncertainty of the initial data.

It is known that the more detailed is reflected the development of the modeled process, then the more credible such a model is, and the more accurate the initial information should be for it. However, in reality, some of the initial data, such as weather parameters, are random and may correspond to the well-known notion of a continuous random variable, for which the probability of guessing its exact value is strictly zero [4]. Such parameters are set in the model subjectively, which leads to results that are equally subjectively obtained. This leads to a paradoxical situation - the more detailed the model reproduces the real process being modeled, the less reason to trust the modeling results due to the lack of detailed initial data..

The fourth is the contradiction between the individual, unique development of each implementation of the real process (see the philosophical statement "you cannot enter the same river twice") and the requirement to form in models of stable generalized recommendations to managers and governing bodies for practical decisions.

The fifth for models of large operations is the contradiction between the requirement of a high degree of conformity of the model to the real operation and the absence of such an operation (lack of practice) as the only criterion of truth.

The most sharply considered contradictions are manifested in the development of models of socio-economic processes with conscious and often conflicting participation of people whose actions are difficult to predict. Therefore, the noted contradictions are one of the reasons for the small number of useful models.

The whole set of methodology for the development of useful models, which allows to compensate for the contradictions, goes beyond the capabilities of one article and leads to the need to consider only some the most important fragments of such a methodology. Recall that in the field of science, methodology, as the logic of the scientific research method, includes five logically necessary elements: the object of research; the aim of the research; the subject of research, agreed for the purpose of research; research tools (known and those being developed); instructions and rules for the use of tools. These elements do not have prognostic properties for the possible timing and results of research at this stage of their development, which does not allow us to classify the elements of methodology in the category of science.

2. Analysis of recent research and publications

The formation of the mathematical modeling methodology in general occurred in the late 40's-early 50's of XX century in connection with the advent of computers, which saved researchers from a huge amount of routine computing, and in connection with the emergence of unprecedented social orders for the implementation of national projects of the USSR and the United States to create a nuclear missile shield. Since then, the development of mathematical modeling in various fields of human activity has become avalanche-like, because the use of models instead of the original object has dramatically reduced the cost and duration of experiments. There was appeared a category of "computational experiment" using a computer model. Nuclear explosions and flights of missiles and satellites were first simulated on computers and only then implemented in practice.

It is not possible to list all the works on mathematical modeling even for the last 10 years. It should only be noted the emergence of works in an attempt to cover the maximum possible, according to the authors, the scope of modeling tasks, such as [5], where the author provides options for modeling objects by functions, composition, structure, form, organization, on management, etc. that actually confirms the mentioned thesis about unlimited number of possible models of one object. Another group of works concerns the simulation of physical processes [6-9], where the object of modeling are physical objects and processes that have a specific set of relevant, measurable parameters, which allows you to expect to obtain initial data sufficient for modeling.

A higher level of uncertainty of the initial data occurs when we are modeling objects and processes with human participation [10, 11]. However, in the conditions of conflict-free processes, the options of human actions can be defined and described algorithmically using known mathematical models, or conceptually [11].

Without touching on many issues of analytical and simulation modeling methods, it can be noted that the methodology of modeling process with individuals and groups of people with conflicting interests in the known works did not find sufficient reflection for the development of useful models, which determined the relevance of this article and formulation of its purpose.

The aim of the article is to form the methodological basis for the development and forecast of the effectiveness of socio-economic processes' useful mathematical models.

3. The presenting of the main material

The diversity of socio-economic processes and conditions of their development, taking into account the uncertainty of individuals' and groups' of people conflicting interests is one of the reasons for the lack of necessary models and, at the same time, determines the need to form a fairly general basic notations, such as efficiency, efficiency indicator and others. It should be noted in advance that the definition of efficiency proposed in [12, item 3.7.10] as the ratio be-

tween the achieved results and the resources used, on the one hand, is only an a posteriori estimate of the specific resource consumption per unit of result, which does not meet the prognostic modeling goals. On the other hand, a management strategy with low results but close to zero resource consumption is infinitely effective, and its choice can lead to non-performance of the overall result. So, for motor transport the most effective appears the engine on solar batteries which, owing to small power, at all is not suitable for quarry dump trucks with a loading capacity of 100 tons.

As a result, this option [12] to determine the effectiveness is not an adequate for tasks of modeling and socio-economic processes managing. Then the marked basic categories for the socio-economic specifics can be defined as follows.

Efficiency is a property of the process and results of actions to achieve the goals of actions (of operations). Efficiency, as a property, can be multidimensional; can be measured by various indicators of efficiency.

The efficiency indicator is a quantitative measure of the goals of actions (of operations) achievement degree.

As performance indicators are a tool for evaluation and decision-making, then each indicator must meet special requirements:

- 1) compliance with the goals and tasks of actions (of operations);
- 2) clear physical meaning;
- 3) sensitivity to significant factors for the participants of actions (of operations) and to the decisions made;
- 4) ease of calculation and use.

The right choice of efficiency indicator is one of the conditions for success in model development and in the operation as a whole, because in difficult cases, the direction of the indicator change allows us to choose the right direction of search for the best solution determined by the efficiency criterion..

The criterion of effectiveness is a set of features that should satisfy the best solution.

The process of assessing the expected effectiveness of actions should end with obtaining the desired assessment, as the purpose of the analysis using models, as well as the formation of conditions for achieving the obtained assessment, which is a variant of recommendations for informed decisions. In a number of sources [13, 14] such a process is called performance evaluation, including the use of methods and models of performance evaluation.

In the case of developing and using a model to assess the expected effectiveness of actions, the object of modeling are procedures for assessing the possible results of the actual action process, which determines the need for the model of two functional elements: a process model that reflects the real state of action view of human interests in their assessment, and a decision-making model that provides the choice of the best solution when building an action plan and contains the necessary set of indicators and criteria for effective action.

As a result of such development the necessary model of an estimation of efficiency is formed. The purpose of such a model is not to try to copy the real object in full, but to formalize the relationship between the parameters of the object and the possible results of its activities with the interests of people who decide on the object organization, and the ability to predict the degree of achievement people's goals depending on their management decisions.

The final form of such a model for evaluating efficiency is one that coincides with the known definition of the operation mathematical model [15].

The mathematical model of the operation is a system of mathematical dependencies and logical rules, which allows with sufficient completeness and accuracy:

- 1) to describe the most significant processes inherent in the operation;
- 2) to predict the possible course and outcome of the operation according to certain initial data;
- 3) to evaluate the effectiveness of solutions and plans of the operation;
- 4) to receive data on optimization of elements of the conception and plan of operation.

Methodologically sound composition of procedures for developing a model for assessing the actions' expected effectiveness should provide maximum logical and informational preparation of each subsequent procedure, compensation for these contradictions (Table 1) of the modeling process and forecast the quality and timing of model development and may include the following procedures.

1. Preliminary formation of modeling goals and from their positions - study of action processes. As a result of this procedure the list of researched process' possible states essential for the purposes of actions is established. For each state, the characteristics and parameters that determine the development of the action process and have a quantitative dimension are selected. This procedure allows us to go from an infinite number of states to a limited number of them, already suitable for building a model in a limited time.

2. According to the information collected, the object, goals and subject of modeling are clearly formulated. A list of specific questions to be answered as a result of modeling is formed.

3. Indicators and criteria of efficiency, requirements to detailing, certainty of results and agility of their reception are chosen. In the case of fundamentally new studied conditions or objects, the concept of "ideal object" is introduced for which the indicators have the best values and which is then used as a "fulcrum" in assessing the effectiveness of real modeling objects.

The process of modeling performing satisfies the conditions of the central limit theorem of A. Ya. Khinchin [16], which allows us to use the exponential distribution law to derive the expression for the agility index P - the probability of timely receipt the simulation results:

$$P = 1 - e^{-\frac{T_{a.c.b}}{T}}, \quad (1)$$

where $T_{a.c.b}$ – is the available time for modeling in the control body;

T – is a mean value of time required to perform calculations using the model.

4. Meaningful description of the process, division into component sub processes, which are repeated, which allows to record all the identified causal relationships and their parameters.

5. Acceptance of hypotheses and assumptions, verification of the hypotheses' formal consequences, which allows us to fill the gaps in the information about the modeled processes and prepare the conditions for future verification of the model adequacy.

6. Determination of model parameters, formation of a scale of significant factors and parameters (Table 2), which allows us to establish a list of external, internal and controlled parameters, their dimension, type (random, deterministic, logical, etc.), range of change, interrelation, source of getting and accuracy of determination, and present them in the form of a list (scale) of significant factors and parameters with expert assessment of their absolute (on a 100-point scale) and relative (α_i) weights of importance.

In the case of data from at least three experiments (the results of the relevant actions), the weights of importance can be determined more objectively - using the dual problem of taxonomy [17].

Table 2

A scale of significant factors and parameters that are taken into account
in the modeling of actions, an example

№ 3/II	Names of factors and parameters taken into account in the models	Weight of factor or parameter		Method* of taking into account factors and parameters in models	
		in points	relative (α_i)	developed	existent
1	The purpose of action	100	0,0697	D	S
2	Number of participants	95	0,0679	S	F
...
31	Other factors and parameters	1	0,0012	I	I

* Methods of taking into account factors and parameters in the model are marked: D – direct consideration, S – simple generalization, F – functional generalization, I – indirect consideration.

7. The determining the requirements for source information and information protect from leakage is performed to form the composition and the form of initial data and modeling results' presentation, convenient for consumers of

information, as well as measures to close information from leakage at all stages - from data collection to issuance and analysis of results.

8. Decomposition of the simulated process into sub-processes, formation of a complete A-scheme (aggregate scheme) of the model by graphically establishing the connection of sub processes with the parameters that are formed and transmitted between sub processes, which allows to obtain the most complete idea of the model, but not suitable for formalization due to the limited time to develop the model.

9. Truncation of the A-scheme – to reduce development time is performed by excluding individual modules or replacing them in the model with generalized parameters, which leads to methodological errors and reduces the certainty of the results, which can be assessed by the certainty indicator R :

$$R = 1 - \sum_{j=1}^4 \left(\beta_j \cdot \sum_{i \in q_j} \alpha_i \right), \quad (2)$$

where α_i – is the weight of the i -th parameter (factor) importance, it is taken from the scale of factors (Table 2);

q_j – is a set of parameters that are taken into account in the model by j -th method of generalization;

$\beta_j = (0,0; 0,445; 0,6; 1,3)$ – is a relative mean value of methodical error of calculations at the j -th method of the generalized (rough) account of parameters in model, for variants: direct account; simple generalization; functional generalization; indirect accounting – respectively.

To control the usefulness of the coarsened model development, they take into account the weight of importance ξ_k ($k = 1, \dots, Q$) of each from the Q indicators and control parameters that are calculated in the model, and evaluate the indicator of modeling completeness Y :

$$Y = \sum_{k=1}^Q \xi_k \cdot R_k \cdot P_k \approx R \cdot P \cdot \sum_{k \in \Omega} \xi_k, \quad (3)$$

where Ω – there is a set of indicators and control parameters that are calculated in the model.

The degree of usefulness of developing a new model can be assessed by a generalized efficiency indicator W using the modeling completeness indicator for an ideal model ($Y_{im} = 1$), for an existing model or technique (Y_i), and with an indication of the model being developed to one of three classes:

$$W = \frac{Y - Y_i}{1 - Y_i}, \quad -\infty < W \leq 1; \quad (4)$$

$0 < W \rightarrow$ useful; $W \approx 0 \rightarrow$ useless; $W < 0 \rightarrow$ harmful!

10. Minimization of the model parameters number, estimation of time (TM) for model development. This procedure is performed by excluding insignificant parameters and by transition to dimensionless combinations of parameters and indicators. To estimate the expected time for model development, we can use the approximation of the calculated expressions obtained by M. H. Halsted [18]:

$$T_M \approx q_0 + q_1 \cdot K_{indp} + q_2 \cdot K_{indp}^2 + q_3 \cdot K_{indp}^3, \quad \text{при } K_{indp} > 10, \quad (5)$$

where q_i – are the values of the approximation coefficients are given in table. 3;

γ – is the number of independent output and control parameters ($\gamma \leq Q$);

K_{inp} – is the number of independent input parameters of the model program;

$K_{indp} = K_{inp} + \gamma$ – is the total number of independent input and output parameters;

S – is a Stroud parameter [18], which reflects the developer level of qualification.

11. The choice of mathematical modeling apparatus is performed by identifying the main parameters that determine the development of the simulated process, estimating the laws of distribution of the main parameters and using these laws to build the model, which is necessary to ensure the adequacy of the model to the real object.

Table 3

Coefficients of approximation for calculation the models development time (T_M)

K_{indp}	Qualification / S	q_0	q_1	q_2	q_3
$10 < K_{indp} \leq 55$ (T_M , man-days)	Beginner / $S \leq 5$	- 1,1617	0,5535	- 0,0558	0,0022
	Average / $5 < S \leq 10$	- 0,3799	0,2019	- 0,0209	0,0008
	High / $10 < S \leq 18$	- 0,1904	0,1105	- 0,0119	0,0005
$55 < K_{indp} \leq 110$ (T_M , man-months)	Beginner / $S \leq 5$	- 0,2981	0,079	- 0,0063	0,0002
	Average / $5 < S \leq 10$	- 0,0846	0,067	- 0,0032	0,00006
	High / $10 < S \leq 18$	- 0,0353	0,0286	- 0,0017	0,00003

12. Recording and transformation of model equations.

13. The choice of optimization method for efficiency indicators and parameters of management of social and economic process, construction of the model's algorithm block diagram.

14. Checking the adequacy of the model to the real socio-economic process, using methods of testing and verification.

15. A set of procedures for developing and verifying a computer program of a mathematical model.

The considered methodological bases of social and economic processes useful mathematical models development and the forecast of their expected efficiency are not the frozen "truth in the last instance", but are the current variant of useful models development method logic checked in practice of author work that allows compensating known contradictions in the field of socio-economic processes modeling.

4. Conclusions

The article systematically presents the methodological basis for developing, evaluating and predicting the effectiveness of consciously useful mathematical models of socio-economic processes. This basis can be useful for novice scientists, because they can avoid common mistakes in model development. Such results allows us to consider the goal - is achieved. Thus in the course of development sometimes it is enough to use only some of the following key ideas of the considered methodological base:

- definition of the purposes of real modeled social and economic process (object of modeling) and the purposes of modeling;
- introduction of the concept of "ideal" object, for which the selected indicators have the best meanings;
- identification of the main parameters of the modeled object (process) and the choice of mathematical apparatus that meets these parameters for building a model;
- transition in the description of the model from parameters and indicators that have dimensionality to dimensionless parameters and indicators;
- formation of hypotheses about the most significant properties of the modeled socio-economic process, assumptions and scales of significant factors and parameters, which allows to predict the values of the model performance indicators;
- forecast of values of the model efficiency indicators [17] - indicators of: certainty (R), agility (P), completeness (Y), generalized efficiency (W) and time (TM) for model development;
- model adequacy testing using direct and indirect verification methods.

The tools presented in the methodological bases for the first time allow to predict the value of quality indicators of the developing models and the duration of development depending on the conditions of work organization, which is a key sign of belonging the considered methodological bases to category of science.

The direction of further research may be the development of computer tools to support modeling processes, as well as clarification of the considered methodological bases.

REFERENCES

1. The main features of scientific knowledge (in Ukrainian) - Access mode : <http://www.dimat.ru/faq/2012-282>
2. The science. Material from Wikipedia (in Russian) - Access mode : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0>

3. Soviet encyclopedic dictionary. (in Russian) - М .: Soviet Encyclopedia - 1980.– 1600 p.
Access mode : https://fileskachat.com/download/55659_f095dc2acdd0666afb3547b44485d4f6.html
4. Gorodnov, V. P.: Higher mathematics (popular, with examples): a textbook for students. econ. specialties of higher institution. (in Ukrainian) - Kharkiv: Acad. of Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 2013. – 372 p.
5. Kononyuk, A. E. : Generalized theory of modeling. Beginnings (in Russian) – Part 1.– Kiev: "Osvita of Ukraine", 2012. – 602 p.
6. Drobakha, G.A, Lisitsyn V.E., Savoshkina, L.V., Musychuk, V. A.: Simulation model for risk assessment and possible directions of tasks of strikes by unmanned aerial vehicles on protected objects (in Ukrainian) / Honor and law. – 2019. – № 1 (68). – pp. 38–47.
7. Lunev, O. Yu.: The model of the rational movement of unmanned aerial vehicles based on the solution of traveling salesman problem when performing tasks in the riot control forces of the national guard of Ukraine (in Ukrainian)/ Honor and law. – 2019. – № 1 (68). – pp. 31–37.
8. Ihrig, M. A.: New Research Architecture For The Simulation Era / European Council on Modeling and Simulation. – 2012. – pp. 715–720.
9. Spille-Kohoff, A. Process Simulation of Arc Welding / ANSYS Solution.– Vol. 7.– Issue 1.– 2006. – pp. 27-29.
10. Sysoev, V.V.: Modeling of logistic management of supply of forces of sector of safety and defense of the state in uniform system of material and technical maintenance: author's ref. dis. ... Dr. Econ. Sciences: 08.00.11 (in Ukrainian); Kharkiv. nat. econ. Univ. named after Semyon Kuznets. - Kharkiv, 2016. – 40 p.
11. Belay, S.V., Babkov, Yu. P. and Bondarenko, O. G. “Conceptual model of state management of logistical support of joint actions of security forces in the conditions of emergence of crisis situations (in Ukrainian) // Honor and law.. – 2019. – № 2 (69). – pp. 70–78.
12. International standard ISO 9000 <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/09/ISO-9000-2015.pdf>
13. Evaluation of the effectiveness of personnel management. (In Ukrainian) - Access mode : https://stud.com.ua/26236/menedzhment/otsinka_efektivnosti_upravlinnya_personalom
14. Methods for assessing the effectiveness of quality management of an innovative project. (in Ukrainian) - Access mode : https://pidruchniki.com/87733/menedzhment/metodi_otsinki_efektivnosti_upravlinnya_yakistyu_innovatsiynogo_proektu
15. Wentzel, E.S.: Operations Research (in Russian) - М .: Sov. radio, 1972. –552 p.
16. Khinchin, A. Ya. Works on the mathematical theory of queuing (in Russian); Ed. by B.V. Gnedenko. - М .: Fizmatgiz, 1963. – 236 c.
17. Gorodnov, V.P.: Theoretical foundations for modeling microeconomic and other processes and systems. (in Russian) Monograph - Kh. : Publishing house Ak. of internal troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine. – 2008. – 484 p.
18. Halstead, M. Kh.: Beginnings of the Science of Programs (in Russian); Transl. from English V. M. Yufa // - М .: Finance and statistics, 1981. – 128 p.

1.7. Моделювання розвитку складних ієрархічних систем на засадах віральності інновацій

На сьогоднішній день, беручи до уваги результати розвитку економіки України, можна зробити висновок про недостатньо високий ступінь стійкості національної економіки та її схильності до розбалансування, що обумовлено як внутрішніми проблемами, так і наявністю зовнішнього впливу. Ситуація ускладнюється тим, що практично всі ресурси екстенсивного зростання вичерпані [8]. Тому сьогодні існує об'єктивна необхідність в прискоренні процесу переходу до нової моделі розвитку – інноваційної, що дозволить не тільки ефективно ліквідувати кризові фактори в економіці, але і забезпечить відчутне її зростання в найближчій перспективі, як для держави, так і локальних значущих структур та систем підприємств, регіонів, галузей. Як свідчить практика, в даний момент в Україні інноваційні процеси розвитку характеризуються низьким ступенем активності і результативності, що в значній мірі обумовлено, як обмеженими обсягами власних ресурсів, проблематичністю залучення позикових, недостатньою підтримкою оточення та влади, а також володіння недостатніми інструментами та технологіями з ефективного поширення і продукування інноваційних технологій [4, 8, 10]. У такій ситуації в рамках формування державної інноваційної політики на всіх рівнях ієрархії управління, особливої актуальності набувають питання створення сприятливих умов для збереження, розвитку, збільшення і ефективного використання значного вітчизняного науково-технічного та інноваційного потенціалу, що дозволить з меншими витратами і в прийнятні терміни досягти відчутних результатів, що можливо шляхом активації дифузії інновацій та вірального їх розвитку інноваційних процесів.

Удосконалення процесів розвитку складних ієрархічних систем і створення оптимального середовища економічного розвитку держави вимагає вирішення ряду протиріч, що призводять до економічної, соціальної

і культурної кризи [18 - 20]. Тому дослідження поширення інновацій, як потенційно значущого інституційного вірального процесу є особливо важливим та актуальним в період модернізації соціуму, коли глобалізація, з одного боку, і зміна вектору соціально-економічного розвитку – з іншого, породили недовіру та нерозуміння нововведень однієї частини соціуму, і нестримне прагнення до змін – в іншій.

Зростаючий інтерес до актуальної проблеми вивчення віральності інноваційних процесів пов'язано з потребами вдосконалення управління і необхідністю переходу до сучасної концепції вірусного маркетингового менеджменту, що відповідає і сприяє швидкому розвитку та вдосконаленню інноваційності економіки шляхом вірусного впровадження інноваційних механізмів, що передбачає різкий поворот до інтенсифікації та переорієнтації на першочергове та повне використання якісних чинників економічного зростання та їх усвідомленого застосування.

Отже, віральність – це здатність до поширення в інформаційному просторі відомостей маркетингового, політичного, технічного, технологічного або будь-якого іншого соціального характеру про який-небудь товар, послугу, технологію, навіть персону і т. і. У широкому сенсі віральність може розглядатися як його популярність контенту з метою його поширення. У вузькому сенсі віральність є вимірюваний показник поширення інформації будь-якого характеру в різних типах мереж та комунікацій з метою швидкого впровадження.

Під віральністю інновацій мається на увазі процес поширення та продукування інновацій з метою їх впровадження, як всередині певної системи, де саме створені інновації, так і від однієї системи до іншої шляхом швидких комунікаційних процесів, зняття інформаційних бар'єрів та сприятливих умов щодо різкого прискорення вірусних процесів.

Американський соціолог П. Друкер [23] виділив сім основних джерел нововведень:

1) несподівана зміна ситуації, чийсь успіх або невдача, реакція на раптовий зовнішній вплив;

- 2) невідповідність між дійсними змінами у реальності та уявленнями, очікуваннями людей;
- 3) виявлення недоліків у ході, ритмі, логіці якого-небудь процесу;
- 4) зміни в структурі виробництва або споживання;
- 5) демографічні зміни;
- 6) зміни в суспільній свідомості (настрої, установки, цінності);
- 7) поява нового знання та розуміння.

Віральність інноваційного розвитку, як дієвий процес широкого впровадження, глибокого проникнення нововведень організаційного, техніко-технологічного або соціально-інституційного характеру забезпечить соціальний та економічний прогрес на рівні систем, структур, територій, регіонів, галузей, що підвищить рівень конкурентоспроможності економіки в цілому, та забезпечить стратегічну стійкість інноваційного розвитку.

Слід зауважити, що далеко не кожна поява нового знання, розробки, або контенту викликає органічний процес віральності. Здійснення одного або декількох успішних впроваджень (інновацій) не гарантує подальшого вірального інноваційного розвитку. Одним з важливих чинників вірусного поширення та застосування будь-якої інновації є її взаємодія з відповідним соціально-економічним оточенням, істотним елементом якого є конкуруючі технології та доступність до них.

Швидкість та дієвість впровадження нововведень в сучасному економічному українському просторі залежить від політичної, економічної ситуації, а також від особистих факторів. Віральність забезпечується через створення каналів поширення інновацій між елементами соціальної системи і стимулювання практичного їх освоєння. Ефективність вирішення цих завдань залежить від якості управління процесом вірального інноваційного розвитку. Найбільш ефективні (з точки зору впровадження в певне середовище) ті канали поширення, в яких беруть участь суб'єкти влади (або впливові суб'єкти в своїх областях) та професійно-орієнтовані особи. Канали поширення інновацій можна диференціювати за наступними ознаками:

- за числом агентів інноваційного процесу (індивідуальні – масові);

- за часом здійснення контактів (тривалі, постійні - короткострокові, епізодичні);
- за характером агентів (офіційні особи - приватні особи);
- за реалізованими цілями (націленість на сприйняття нововведень – спонтанність перенесення інновацій) [4, 6].

Проведений аналіз літературних джерел свідчить про те, що традиційний ракурс аналізу проблем дифузії інновацій здійснювався на макро рівні (стосовно всього соціуму / економіки) і мав або суто ринкове, інституційно-економічне, як в економічній теорії (Й. Шумпетер) [21], або управлінсько-прикладне, як в менеджменті та маркетингу, поглиблення [1, 14, 20, 26, 27]. Серед робіт вітчизняних вчених слід відзначити роботи Московкіна В.М. [12, 13], Даніча В.М. [5], Бубенко П. Т. [3], Зорина В. [7], в яких досліджуються процеси оцінки, аналізу, прогнозування інновацій з використанням методів економіко-математичного моделювання.

У даній роботі пропонується дослідження проблеми віральності інноваційного розвитку під іншим кутом і ракурсом – на рівні певної системи, що залишається пов'язаною в широкому сенсі із зовнішнім середовищем, в значній мірі ним визначається і від нього залежить.

Специфіка інновацій в різних сферах життя суспільства істотно ускладнює формування єдиного, коректного для всіх сфер визначення. Великою різноманітністю відрізняються і процеси вірального інноваційного розвитку, які можна типологізувати наступним чином [25, 28]:

1. Модель "центр – периферія". Поширення інновацій здійснюється і контролюється з одного центру. В цьому випадку ефективність процесу залежить від енергії та ресурсів центру, від його вміння створювати, продукувати і контролювати зворотні зв'язки. Дана модель має два варіанти: модель магніту (наприклад, в передові країни приїжджають представники країн, що розвиваються, освоюють нововведення і, повертаючись на батьківщину, впроваджують їх); модель "середньовічного барда", який, подорожуючи, демонструє і впроваджує нововведення.

2. Модель розмноження центрів. У цій моделі головну роль теж грає центр, але процес управління децентралізується. На місцях створюються локальні центри, які самостійно розповсюджують нововведення, враховуючи місцеву специфіку [22].

Проаналізувавши сутність процесів інноваційного розвитку можна виділити наступні п'ять стадій процесу віральності інновацій [2, 17, 25, 26]:

- 1) проінформованості – індивід знає про нову ідею, але не має достатньої кількості інформації;
- 2) інтересу – індивід зацікавився ідеєю і шукає додаткову інформацію;
- 3) оцінювання – індивід приймає рішення, оцінюючи користь від нововведення в сьогоденні та майбутньому;
- 4) випробування;
- 5) засвоєння.

Швидкість віральності інновацій також можна визначити п'ятьма основними факторами [1, 24]:

- 1) відносними перевагами новинки;
- 2) сумісністю з навколишнім середовищем, існуючими цінностями і минулим досвідом;
- 3) складністю освоєння;
- 4) можливістю випробування до прийняття остаточного рішення;
- 5) комунікаційною наочністю – тобто тією мірою, якою результати інновації можуть бути побачені і оцінені іншими людьми та поширеними до інших.

В результаті віральності процесів інноваційного розвитку зростає число і змінюються якісні характеристики як виробників, так і споживачів. Безперервність процесів нововведень сильно впливає на швидкість і широту віральності інновацій в ринковій економіці між всіма структурами та системами.

У реальних інноваційних процесах швидкість процесів вірального інноваційного розвитку залежить від багатьох факторів [1, 5, 11, 24]:

- а) форми прийняття рішення;
- б) способу передачі інформації;
- в) властивостей соціальної системи;
- г) властивостей самої інновації.

Інноваційні процеси мають циклічний характер, що демонструє хронологічний порядок появи нововведень в різних областях техніки та технологій. Тобто будь-яку інновацію можна розглядати як техніко-економічний цикл, в якому використання результатів сфери досліджень і розробок викликає технічні й економічні зміни, які впливають зворотним чином на діяльність цієї сфери, а віральність інновацій – як лавиноподібний, по типу ланцюгової реакції, характер розвитку процесів.

Віральному інноваційному розвитку, як соціально-економічному процесу притаманні такі риси [1, 2, 11, 14, 24, 25, 29]:

- масовість;
- соціально-економічна сутність, основою якої виступає взаємодія попиту і пропозиції;
- наявність соціально-психологічних ефектів: поширення, навіювання, наслідування;
- ланцюговий вплив і швидкість процесів;
- інформаційний характер взаємодії.

Розглянемо процес поширення і впровадження інновацій як віральний інформаційний процес, форма і швидкість якого залежить від потужності комунікаційних каналів, особливостей сприйняття інформації суб'єктами підприємницької діяльності, їх здібностей до практичного використання цієї інформації тощо. Такий погляд обумовлено тим, що суб'єкти підприємницької діяльності, які діють в реальному економічному середовищі, мають різне ставлення до пошуку інновацій і різну здатність до їх засвоєння, що насамперед залежить від накопиченого інноваційного потенціалу системи, а також від ефективності його використання, тобто від результатів його інноваційної діяльності. Тому в даній роботі пропонується дослідження і моделювання процесів віральності розвитку інновацій підп-

приємств певного типу (СІС) в залежності від наявного рівня інноваційного потенціалу та його використання.

Інноваційний потенціал підприємства слід розглядати з урахуванням його системних особливостей, тобто як інтегральний показник, що включає множину факторів, які всебічно характеризують інноваційну діяльність досліджуваної системи (підприємства) [10]. Отже, система таких показників повинна відображати здатність підприємства самостійно реалізувати та впровадити всі стадії інноваційного процесу – від зародження ідеї до практичного використання інновації. У зв'язку з цим, пропонується оцінювати інноваційний потенціал підприємства в залежності від наступних складових:

$$IP = f_1(K, VT, NT, F, S)$$

K - кадровий потенціал;

VT - виробничо-технологічний потенціал;

NT - науково-технічний потенціал;

F - фінансовий потенціал;

S - структурно-управлінський потенціал.

Всі складові інноваційного потенціалу підприємства доцільно оцінювати за допомогою інтегрального показника рівня розвитку на основі методу таксономії [15, 16].

Оцінка результатів інноваційної діяльності здійснюється аналогічно, використовуючи метод таксономії: будується інтегральний показник результатів інноваційної діяльності в залежності від тих показників, що характеризують дані результати [9, 10].

Отримані значення інтегральних показників інтерпретуються відповідно до шкали оцінок отриманих показників [3, 6]:

$0 < IP \leq 0.3$ – рівень інноваційного потенціалу низький;

$0.3 < IP \leq 0.6$ – рівень інноваційного потенціалу середній;

$0.6 < IP \leq 1$ – високий рівень інноваційного потенціалу;

$0 < IR \leq 0.3$ – рівень реалізації інноваційного потенціалу низький;

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

$0.3 < IR \leq 0.6$ – рівень реалізації інноваційного потенціалу середній;

$0.6 < IR \leq 1$ – високий рівень реалізації інноваційного потенціалу.

Залежно від отриманих результатів можливо зробити висновки про готовність підприємства до здійснення інноваційної діяльності та поширення своїх інновацій. У табл. 1 наведено оцінку інноваційних можливостей виробничого підприємства, як складної системи, в залежності від його інноваційного потенціалу і рівнем реалізації [3, 8, 10, 19].

Таблиця 1

Матриця оцінки інноваційних можливостей підприємств

Рівень розвитку інноваційного потенціалу	Рівень інноваційних результатів		
	Низький	Середній	Високий
Високий	Несуттєвий дефіцит ресурсів, неефективне використання ресурсів, підприємство готове до здійснення помірних інноваційних перетворень	Несуттєвий дефіцит ресурсів, неефективні методи управління, підприємство готове до здійснення помірних інноваційних перетворень	Несуттєвий дефіцит ресурсів, висока ефективність використання ресурсів, підприємство готове до здійснення істотних інноваційних перетворень
Середній	Помірний дефіцит ресурсів, неефективне використання ресурсів, підприємство готове до здійснення мінімальних інноваційних перетворень	Помірний дефіцит ресурсів, неефективне використання ресурсів, підприємство готове до здійснення обмежених інноваційних перетворень	Помірний дефіцит ресурсів, неефективне використання ресурсів, підприємство готове до здійснення помірних інноваційних перетворень
Низький	Глибокий дефіцит ресурсів, підприємство не здатне до здійснення ІД	Глибокий дефіцит ресурсів, при залученні значних інвестицій підприємство буде здатне на здійснення мінімальних інноваційних перетворень	Глибокий дефіцит ресурсів, при залученні інвестицій підприємство стане здатне на здійснення обмежених інноваційних перетворень

З табл. 1, а також з проведеного аналізу інноваційного потенціалу та результатів інноваційної діяльності підприємства можна зробити висновки про рівень сприйнятливості підприємства до інновацій з одного боку, і силі впливу інноваційних процесів досліджуваного підприємства на інші – з іншого.

В рамках даного дослідження пропонується розглядати множину підприємств однієї галузі і одного регіону. Залежно від інноваційного потенціалу і результатів інноваційної діяльності пропонується розподілити множину досліджуваних підприємств на три групи за рівнем віральності інновацій:

інноваційно активні підприємства (ІАП) з високим рівнем віральності інновацій;

підприємства, сприйнятливі до інновацій (ПСІ) з середнім рівнем віральності інновацій;

підприємства, які несприйнятливі до інновацій (ПНІ) з низьким рівнем віральності інновацій;.

Використовуючи матрицю оцінки інноваційних можливостей підприємств (табл. 1), поставимо у відповідність кожній групі підприємств певний квадрат матриці «Потенціал-Результати» (рис .1).

Отже, всю множину досліджуваних підприємств розбито на три класи, відповідно до дев'яти секторів матриця класифікації в координатах «Інноваційний потенціал - Інноваційні результати»:

I – клас підприємств, не сприйнятливих до інновацій. До цього класу можна віднести підприємства, що мають глибокий дефіцит ресурсів, що вимагають істотних фінансових інвестицій або кардинальних змін стратегії використання наявних ресурсів. Дані підприємства не спроможні не те, щоб продукувати інновації, а, навіть, імплементувати існуючі (зовнішні). Віральний інноваційний розвиток неможливий в рамках даних обмежень.

II – клас підприємств, сприйнятливих до інновацій – це підприємства з середнім рівнем інноваційного потенціалу та середніми результатами його використання, здатні до здійснення помірних інноваційних процесів.

Дані підприємства мають можливості імплементувати існуючі (зовнішні) інновації та на їх основі розробляти свої шляхом удосконалення певних елементів. Віральний інноваційний розвиток можливий, але не швидкий, сегментний, процес поширення буде залежати від обмежуючих факторів недостатності ресурсів в рамках поточних результатів діяльності.

III – клас інноваційно активних підприємств, які активно впроваджують інновації та характеризуються високим інноваційним потенціалом і ефективністю його використання. Даний клас підприємств – це новатори, які є поширювачами інновацій і імітаторами віральних інноваційних процесів.

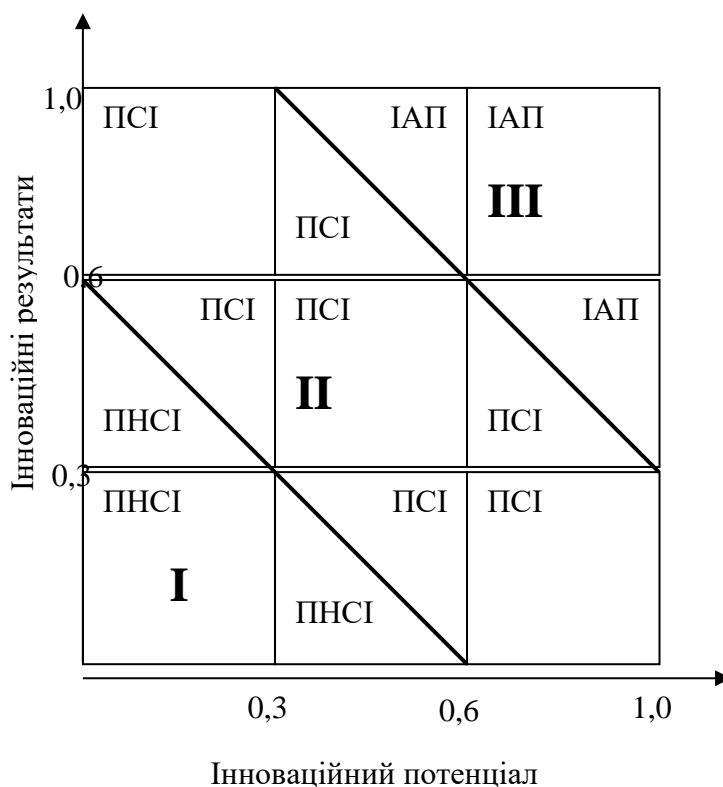


Рис. 1. Матриця класифікації СІС в координатах
«Інноваційний потенціал – Інноваційні результати»

Дана класифікація підприємств є основою для дослідження і моделювання процесів віральності інновацій між підприємствами одного регіону.

Для моделювання процесів вірального інноваційного розвитку скористаємося основними положеннями, запропонованими в роботі [5]. Нехай

$S(t)$ – кількість підприємств однієї галузі, сприйнятливих до інновацій (ПСІ);

$I(t)$ – інноваційно-активні підприємства регіону (ІАП), які є розповсюджувачами інновацій;

$R(t)$ – кількість підприємств, не сприйнятливих до інновацій (ПНІ).

Тоді загальна кількість підприємств даної галузі в регіоні у t -м періоді складе:

$$N(t) = S(t) + I(t) + R(t)$$

Нехай всі підприємства розподілені в загальній кількості інших підприємств даної галузі та даного регіону рівномірно.

Розглянемо модель вірального інноваційного розвитку з точки зору впливу ІАП на інші підприємства регіону.

Кожне ІАП впливає на r підприємств, які з ним контактують певним чином. Під контактами в даному контексті розуміємо взаємодію підприємств в процесі здійснення своєї виробничо-господарської діяльності, а саме:

- взаємодія підприємств конкурентів, які відстежують зміни в діяльності один одного,
- взаємодія підприємств-постачальників або покупців продукції,
- взаємодія підприємств-партнерів в реалізації значущих проектів та інші контакти.

Частка ПСІ в загальній кількості підприємств даної галузі в регіоні

дорівнює: $\frac{S(t)}{N(t)}$, а кількість ПСІ, на які може впливати дане ІАП, дорівнює

$r \frac{S(t)}{N(t)-1}$. Для спрощення можна взяти $N(t)-1 \approx N(t)$. Відтак, кожне ІАП

впливає на $r \frac{S(t)}{N(t)}$ ПСІ.

Нехай ймовірність поширення інновації дорівнює p_1 , тоді одне ІАП

поширює інновації на $p_1 r \frac{S(t)}{N(t)}$ ПСІ.

Загальна кількість зв'язків між підприємствами, що несуть можливість поширення інновації в t -й момент часу дорівнює $rI(t)$, але спрацьовує тільки частина з них.

Перше ІАП поширює інновації на $c_1 = p_1 r \frac{S(t)}{N(t)}$ ПСІ,

друге – на $c_2 = p_1 r \frac{S(t) - c_1}{N(t)} = p_1 r \frac{S(t)}{N(t)} \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)}\right) = c_1 \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)}\right)$, тощо.

Нарешті, останнє:

$$c_{i+1} = p_1 r \frac{S(t) - \sum_{k=1}^i c_k}{N(t)} = c_i \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)}\right).$$

Величина $\sum_{k=1}^{I(t)} c_k$ - це ПСІ, що не сприйняли на t -й момент часу інновації. Їх сума є сумою геометричної прогресії:

$$\delta = p_1 r \frac{S(t)}{N(t)} \times \frac{1 - \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)}\right)^{I(t)}}{1 - \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)}\right)} = S(t) \times \left(1 - \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)-1}\right)^{I(t)}\right)$$

Дискретна модель зміни чисельності ПСІ (відтік в ІАП) набуває вигляду:

$$\Delta S(t) = -S(t) \times \left(1 - \left(1 - \frac{p_1 r}{N(t)-1}\right)^{I(t)}\right) \Delta t$$

Так як $N(t)$ – великі, p_1 і r – малі величини, то

$$\left(1 - \frac{p_1 r}{N(t) - 1}\right)^{I(t)} \approx e^{-p_1 r \frac{I(t)}{N(t)}}$$

І зміна кількості ПСІ за період Δt дорівнює:

$$\Delta S(t) = -S(t) \times \left(1 - e^{-p_1 r \frac{I(t)}{N(t)}}\right) \Delta t$$

Таким чином, швидкість зміни ПСІ буде залежати від їх частки в загальній кількості підприємств даної галузі, від кількості зв'язків між підприємствами, а також від темпів та віральності поширення інновацій.

Віральність інновацій p_1 характеризує сумарну взаємодію ІАП і ПСІ без виділення сили впливу ІАП і сприйнятливості ПСІ. Кількість ПНІ може бути поповнена за рахунок ІАП, що впровадили вже у t -й момент часу істотні інновації та припинили на деякий час сприймати та продукувати нові. Це, перш за все, пов'язано із життєвим циклом інноваційного процесу. ІАП, що впровадили інновацію, під час фаз швидкого зростання і стабільного розвитку стають тимчасово несприйнятливими до інших інновацій, а в міру настання фази спаду сприйнятливість може знову посилитися.

Кількість ПНІ також зменшується за рахунок тих підприємств, інноваційна діяльність яких була профінансована державою, або за рахунок стимулювання інноваційної діяльності органами регіонального управління з коштів регіонального інноваційного фонду, тощо. Також, підприємство з несприйнятливих може перейти до класу сприйнятливих в результаті реорганізації, зміни стратегії виробничо-господарської діяльності, зміни стратегічних пріоритетів та ін.

Таким чином,

$$\Delta R(t) = [q \times I(t) + U(t) \times I(T)] \Delta t,$$

де q – доля ПНСІ, які переходять в ІАП в одиницю часу за рахунок внутрішніх змін; $U(t)$ – функція ефективності впливу цільового фінансування або стимулювання ІД.

Сумарний приріст ІАП складе:

$$\Delta I(t) = \Delta S(t) + \Delta R(t).$$

Загальна система рівнянь моделі, що описують розглянуті процеси, має вигляд:

$$\begin{cases} \Delta S(t) = -S(t) \times \left(1 - e^{-p_1 r \frac{I(t)}{N(t)}} \right) \Delta t, \\ \Delta I(t) = I(t) \times (1 + q + U(t)) + S(t) \times \left(1 - e^{-p_1 r \frac{I(t)}{N(t)}} \right) \Delta t. \end{cases} \quad (1)$$

де $I(0), S(0)$ – задані.

Як окремий випадок, розглянемо модель розвитку вірального інноваційного процесу з точки зору впливу інноваційно активних підприємств та підприємств, сприйнятливих до інновацій, на несприйнятливі підприємства.

Кожне ПНІ контактує з підприємствами, серед яких частка ІАП ста-

новить $\frac{I(t)}{N(t)-1}$, отже, на ПНСІ діє $r \frac{I(t)}{N(t)-1}$ ІАП.

Ймовірність вірального розповсюдження інновацій при одиночному контакті дорівнює p_1 . Передбачаючи вплив на одне ПНСІ декількох ІАП, загальна ймовірність вірального поширення інновацій дорівнює

$p_{сов} = 1 - (1 - p_1)^{\frac{rI(t)}{N(t)-1}}$. Звідси, збільшення кількості ПСІ має дорівнювати:

$$S(t) \times \left[1 - (1 - p_1)^{\frac{rI(t)}{N(t)-1}} \right],$$

таким чином,

$$\Delta S(t) = S(t) \times \left[1 - (1 - p_1)^{\frac{rI(t)}{N(t)-1}} \right] \times \Delta t.$$

Оскільки $N(t)$ – велике, то $\frac{I(t)}{N(t)-1} \approx \frac{I(t)}{N(t)}$.

Аналогічно (1) отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \Delta S(t) = S(t) \times \left[1 - (1 - p_1)^{\frac{r(t)}{N(t)-1}} \right] \times \Delta t, \\ \Delta I(t) = I(t) \times (1 + q + U(t)) + S(t) \times \left[1 - (1 - p_1)^{\frac{r(t)}{N(t)-1}} \right] \end{cases} \quad (2)$$

де $I(0), S(0)$ - задані.

Друга модель більшою мірою відповідає реальному механізму вірального інноваційного розвитку. Вона дозволяє врахувати ефект синергії, характерний для взаємодії підприємств. Синергізм виявляється в зростанні рівня віральності поширення інновації.

Нехай на ПНІ діє джерело поширення інновацій (ІАП). Позначимо віральність поширення інновацій від i -го джерела в умовах відособленості його впливу через A_i , $i = 1..n$, а нерозповсюдження – \bar{A}_i .

Ймовірність віральності інновацій від i -го ІАП $p(A_i)$ дорівнює p_i , ймовірність нерозповсюдження – $p(\bar{A}_i) = 1 - p_i$ відповідно.

Позначимо через A подію вірального поширення інновації на підприємство одночасно (за період Δt) від декількох ІАП.

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n.$$

Тоді $p(A) = 1 - p(\bar{A}) = 1 - p(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n)$, де $p(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n)$ – ймовірність нерозповсюдження інновацій від n ІАП в умовах їх взаємодії (синергії).

$$p(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n) = p(\bar{A}_1) \cdot p(\bar{A}_2 / \bar{A}_1) \cdot \dots \cdot p(\bar{A}_n / \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3 \cdot \dots \cdot \bar{A}_{n-1}).$$

Якщо вплив суб'єктів ІАП взаємно незалежний, то ймовірність нерозповсюдження інновації від n ІАП дорівнює $\prod_{i=1}^n (1 - p_i)$, а вірального роз-

повсюдження
$$p_{сов} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i).$$

Синергетичний ефект матиме місце, якщо ймовірність віральності інновацій $p_{син} \neq p_{сов}$. Тобто:

$$1 - p(\overline{A_1} \cdot \overline{A_2} \cdot \overline{A_3} \cdot \dots \cdot \overline{A_n}) \neq 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i),$$

$$p(\overline{A_1} \cdot \overline{A_2} \cdot \overline{A_3} \cdot \dots \cdot \overline{A_n}) \neq \prod_{i=1}^n (1 - p_i).$$

Ефект синергії пов'язаний з виконанням умови $P_{син} > P_{сов}$. Звідси:

$$p(\overline{A_1} \cdot \overline{A_2} \cdot \overline{A_3} \cdot \dots \cdot \overline{A_n}) < \prod_{i=1}^n (1 - p_i).$$

Умова виконується, якщо

$$p(\overline{A_2} / \overline{A_1}) < p(\overline{A_2}),$$

$$p(\overline{A_3} / \overline{A_1} \cdot \overline{A_2}) < p(\overline{A_3}),$$

...

$$p(\overline{A_n} / \overline{A_1} \cdot \overline{A_2} \cdot \dots \cdot \overline{A_{n-1}}) < p(\overline{A_n}).$$

Нехай, $p(\overline{A_2} / \overline{A_1}) = \lambda_2 \cdot p(\overline{A_2}),$

$$p(\overline{A_3} / \overline{A_1} \cdot \overline{A_2}) = \lambda_3 \cdot p(\overline{A_3}),$$

...

$$p(\overline{A_n} / \overline{A_1} \cdot \overline{A_2} \cdot \dots \cdot \overline{A_{n-1}}) = \lambda_n \cdot p(\overline{A_n}), \quad 0 < \lambda_i < 1, \quad i = 2..n.$$

Тоді

$$p(\overline{A_1} \cdot \overline{A_2} \cdot \overline{A_3} \cdot \dots \cdot \overline{A_n}) = \prod_{i=2}^n \lambda_i \cdot \prod_{i=1}^n p(\overline{A_i}).$$

З огляду на припущення (умова вірального розвитку), що зростання довіри до інформації про певну подію, отриманої від нового джерела, пропорційний вже досягнутому рівню довіри до інформації про цю подію, отримаємо:

$$\lambda_{i+1} - \lambda_i = \eta \lambda_i, \quad -1 < \eta < 0, \quad i = 2..n.$$

Візьмемо $\lambda_1 = 1$, тоді

$$\lambda_2 = 1 + \eta = \mu, \quad 0 < \mu < 1,$$

$$\lambda_{i+1} = \mu \lambda_i,$$

$$\prod_{i=2}^n \lambda_i = \mu^{\frac{n(n-1)}{2}}.$$

Тоді
$$p(\overline{A}_1 \cdot \overline{A}_2 \cdot \overline{A}_3 \cdot \dots \cdot \overline{A}_n) = \mu^{\frac{n(n-1)}{2}} \prod_{i=1}^n p(\overline{A}_i).$$

Множник $\mu^{\frac{n(n-1)}{2}}$ відображає збільшення ймовірності віральності інновацій при синергетичному впливі декількох ІАП.

Таким чином, в даній роботі досліджено та побудовано моделі вірального інноваційного процесів, що характеризують динаміку зміни кількості інноваційно активних підприємств і підприємств, сприйнятливих та несприйнятливих до інновацій в умовах їх взаємодії в процесі здійснення виробничо-господарської діяльності. В результаті проведення експериментів з моделями можна визначити ймовірності вірального поширення інновацій, час та обсяги продукування та імплементації наявних інновацій серед підприємств однієї галузі. Побудовані моделі дозволяють досліджувати процеси вірального інноваційного розвитку та розробляти відповідні заходи для стимулювання і всебічної підтримки цих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бергер, Йона Заразливий. Психологія вірусного маркетингу / пер. з англ. Олена Замойська. – К.: Наш Формат, 2015. – 200 с.
2. Бергер, Йона Чому товари та ідеї стають популярними <https://theukrainians.org/populyarni-ideyi/>
3. Бубенко П. Т. Стратегічне планування та управління інноваційним розвитком: теорія і практика. Бізнес Інформ. 2016. № 1. С. 77–80. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2016-1_0-pages-77_80.pdf
4. Готра В.В. Моделювання інноваційного процесу як необхідна умова формування ефективного механізму управління інноваційним розвитком / Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки. Вип.11. Ч. 1. - Херсон: Гельсестика, 2015. - С. 32-37.

5. Даніч В.М. Моделювання швидких соціально-економічних процесів: Монографія. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004. – 304 с.
6. Довгаль О. А., Довгаль Г. В. Глобальний інноваційний простір: передумови, специфіка й інструменти формування // Проблеми економіки. – 2017. – №1. – С. 15–20.
7. Зорина В. Юринець, Віра В. Круглякова Нейромережеве моделювання як інструмент прогнозування інноваційного розвитку економіки України / Актуальні проблеми економіки №6(180), 2016, С 425-32 https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/10/ape_2016_6_51.pdf
8. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь / за заг. ред. В. М. Гейця та ін. Київ: НАН України, 2015. 336 с.
9. Манойленко О. В., Сергієнко О. А., Касьмін Д. С. Моделювання розвитку складних ієрархічних виробничих систем на засадах процесно-функціонального менеджменту. Бізнес Інформ. 2019. №12. С. 384–395. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-12-384-395>
10. Манойленко О. В., Сергієнко О. А., Гапоненко О. Є. Моделювання інноваційної активності ієрархічних систем: оцінка дифузії інновацій та економічного ефекту наявного потенціалу та результатів. Проблеми економіки. 2020. №1. С. 312–324. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2020-1-312-324>
11. Мильнер Б. З., Орлова Т. М. Организация создания инноваций: монография. М.: ИНФРА-М, 2013. 288 с.
12. Московкин В.М. Основы концепции диффузии инноваций // Бизнес-Информ, 1997 №17—18. . С. 41-48
13. Московкін В. М., Сізьунго М., Журавка А. В. Концепція інноваційних систем: зародження та розвиток. Бізнес Інформ. 2019. №7. С. 53–59. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-7-53-59>
14. Новые медиа: социальная теория и методология исследований / сост.: О. Сергеева, О. Терещенко. - Санкт-Петербург: Алетейя, 2015. - 264 с.
15. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа/ Пер, с пол. В. В. Иванова; Науч. ред. В. М. Жуковской. — М.: Статистика, 1980.— 151 с.
16. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков и др. М. : Финансы и статистика, 1989. 587 с.
17. Роджерс, Еверет М. Диффузія інновацій / Пер. з англ. Василя Старка. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2009. – 591 с.
18. Стегней М.І. Управлінські аспекти та моделювання інноваційного розвитку в умовах економічної нестабільності: локальний, регіональний та національний підходи / М.І. Стегней, І.О. Іртищева, Н.П. Тубальцева, М.В. Фатєєв // Вісник ХНАУ. Серія "Економічні науки" : зб. наук. пр. / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. - Харків : ХНАУ, 2020. - № 3. - С. 78-89
19. Тисько М.М. Стратегічна модель інноваційного розвитку бізнесу Глобальні та національні проблеми економіки, Миколаївський національний університет імені В.О.

- Сухомлинського, Випуск 9. 2016 С. 430-432 <http://global-national.in.ua/archive/9-2016/88.pdf>
20. Шатілова О. В., Шишук Н. О. Цифрові інструменти інноваційного розвитку бізнес-організації. Проблеми економіки. 2020. №4. С. 249–255. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2020-4-249-255>
21. Шумпетер Й. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / Й. Шумпетер; пер.с англ. – М.: Прогресс, 1982. – 455 с.
22. Archibugi D., Iammarino S. The Globalization of Technological Innovation: Definition and Evidence. Review of International Political Economy. March 2002. № 9. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.557.9703=rep1&type=pdf>.
23. Drucker P. Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles. New York : Harper & Row, 1985. 277 p.
24. Robbie Mukai Why Radical Innovation Frequently Goes Viral But Is Rarely Profitable Nov 22, 2019• <https://bettermarketing.pub/why-radical-innovation-frequently-goes-viral-but-is-rarely-profitable-3cd880c206d9>
25. Rogers E. Diffusion of Innovations. 3 ed. N.Y.: Free Press, 1983.
26. Rogers, Everett M., and D. Lawrence Kincaid (1981) Communication Networks: Toward a New Paradigm for Research. New York: Free Press.
27. Rosen, Emmanuel (2000) The Anatomy of Buzz: How to Create Word of Mouth Marketing. New York: Doubleday/Currency. MR (E)
28. Schon D. Beyond the Stable State. N.Y.: Norton, 1971.
29. Viral Marketing and How to Craft Contagious Content / <https://www.coursera.org/learn/wharton-contagious-viral-marketing>

1.8. Соціально-економічний вимір України в контексті критеріїв якості життя населення: економетричний підхід

Вступ

Одним із основних показників ефективності державної соціально-економічної політики, що враховується провідними міжнародними кредиторами і компаніями під час здійснення кредитування та вкладення інвестицій, є місце країни у міжнародних рейтингах, Україна також є їх учасником [1]. Вимірювання цих рейтингів проводиться на засадах інтегральних індикаторів (індексів), які включають і синтетичні індикатори якості життя населення [2-10].

Про доцільність використання саме показника “якість життя” як критерію ефективності соціально-економічного розвитку суспільства відзначалося ще в докладі, підготовленого Комісією з основних показників економічної діяльності й соціального прогресу, очолюваної лауреатами Нобелівських премій Джозефом Стігліцем та Амартія Сеном [11]. Комісія відзначала, що використання валового внутрішнього продукту (ВВП) як критерію економічного розвитку може бути оманливим – статистика ВВП говорить про поліпшення в економіці, а більшість громадян у повсякденному житті цього не відчують. Між ВВП та інтересами суспільства можуть бути протиріччя. Наприклад, гонитва за ВВП може суттєво погіршувати екологію, а боротьба за екологію, в свою чергу, призводить до скорочення ВВП.

Забезпечення послідовного підвищення якості життя населення, на наш погляд, є стратегічною метою соціально-економічної політики, що проводиться державою, незалежно від економічної моделі цієї країни. Соціально-економічна політика представляє собою два взаємодіючих аспекти єдиної політики держави. Так, економічний розвиток створює умови для підвищення якості соціальної сфери, а реалізація соціальної політики, ви-

користовує належним чином ці можливості та сприяє підвищенню характеристик якості життя населення.

У працях [12-14] розглядаються методологічні та методичні підходи до побудови синтетичних індикаторів якості життя населення (СІЯЖН), їхнього моніторингу, що спрямовані на описові цілі (рейтингування регіонів по цим СІЯЖН, виявлення лідерів, аутсайдерів, тощо).

Необхідно зазначити, що побудова та моніторинг СІЯЖН окрім описових цілей, може переслідувати і цілі, пов'язані з оцінкою ефективності державної соціально-економічної політики та виявлення проблемних областей в соціально-економічному розвитку країни та окремих регіонів і відповідно з завданнями вдосконалення управління [3].

Ми маємо на меті за допомогою економетричного підходу розглянути та проаналізувати в цій роботі зв'язки, існуючі між критеріальними (у тому числі латентними, синтетичними) показниками-індикаторами якості життя населення, з одної сторони, і базовими характеристиками соціально-економічної політики, що проводиться державою, та якості інститутів – з іншої. Запропонувати підходи до вимірювання та оцінювання ефективності державної соціально-економічної політики в контексті критеріїв якості життя населення. Висвітлити результати апробації цих підходів на прикладі таких трьох синтетичних індикаторів: якість населення, добробут населення, якість соціальної сфери.

Наша позиція у вимірюванні та оцінці ефективності державної соціально-економічної політики в контексті критеріїв якості життя населення ґрунтується на базових положеннях, близьких до тих, що викладені у роботі професора С.А. Айвазяна [3]. Серед них варто відзначити такі три завдання, що розв'язуються в нашому дослідженні:

- 1) визначається перелік основних результуючих синтетичних індикаторів якості життя населення, які можна використовувати як критерії рівня соціально-економічного розвитку країни;

2) для кожного СІЯЖН визначається свій набір пояснюючих змінних, які характеризують рівень інституційного розвитку країни і соціально-економічну політику, що проводиться державою;

3) визначається (оцінюється) регресійна залежність, яка існує між кожним СІЯЖН і відповідним набором пояснюючих змінних.

Логіка нашого дослідження передбачає, що на відміну від конструювання латентних синтетичних індикаторів якості життя населення [3], обчислюваних у вигляді деякої функції згортання часткових критеріїв, нам уже відомі СІЯЖН. І ми хочемо з'ясувати, як значення цих синтетичних індикаторів у залежать від пояснюючих змінних $x^{(1)}, \dots, x^{(p)}$, у ролі яких ми розглядаємо характеристики рівня інституційного розвитку країни, а також соціально-економічної політики, що проводиться державою. Отож, у такій постановці задачі пояснюючі змінні $x^{(1)}, \dots, x^{(p)}$ інтерпретуються як причини аналізованих результатів y , причому причини, що піддаються в тій чи іншій мірі регулюванню. На підставі цієї логіки, враховуючі доступність інформаційного забезпечення, можна визначити склад аналізованих СІЯЖН і набори пояснюючих змінних для соціально-економічного вимірювання України в контексті критеріїв якості життя населення.

1. Інформаційна база дослідження та склад аналізованих результуючих (критеріальних) синтетичних індикаторів якості життя населення

В нашому дослідженні основними джерелами інформації були результати аналізу рейтингів по глобальним індексам (індикаторам) країн світу. Ці дані представлені в інтернеті у безкоштовних версіях з обмеженим онлайн-доступом:

- унікальна і всеохоплююча база даних про конкурентоспроможність країн світу “The IMD World Competitiveness Online” міжнародного інституту управління розвитком (Лозанна, Швейцарія); включає часові ряди з провідних щорічних звітів, методологія яких полягає в поєднанні статистичних даних (2/3) і даних опитувань (1/3), отриманих на засадах ексклюзивного опитування думок експертів і керівників підприємств [15];

- оновлений інструмент інтерактивного доступу до даних річних звітів світового банку “Worldwide Governance Indicators (WGI)” [16];
- світовий атлас даних “World Data Atlas” [17].

Використовувалися також звіти ООН “Human development reports” [18], а також дані про стан України в міжнародних індексах, які розміщені на сайті Державної служби статистики України [19].

Зазначимо, що використані в економетричному аналізі дані охоплюють період 2010-2019 рр., а також підвибірку, що включає Україну та 8 країн, які граничать із Україною або були раніше у складі СРСР, а зараз є членами ЄС. Таким чином, аналізована підвибірка включає такі країни, як Естонія, Латвія, Литва, Польща, Російська Федерація (Росія), Румунія, Словаччина, Угорщина, Україна. З урахуванням аналізованого періоду масив вхідних даних складається з 90 спостережень.

Ми намагаємося проаналізувати основні тенденції “української траєкторії” соціально-економічного розвитку в період 2010-2019 рр. у “фазовому просторі” змінних (критеріальних та пояснюючих), які розглядаються.

При визначенні переліку основних результуючих синтетичних індикаторів якості життя населення, які можна використовувати як критерії рівня соціально-економічного розвитку країни, ми будемо орієнтуватися на запропоновану в [13] ієрархічна система базових критеріїв – індикаторів і статистичних показників якості життя населення регіонів України. При цьому з п’яти наведених у цій системі характеристик другого рівня агрегації (“якість населення”, “добробут населення”, “якість соціальної сфери”, “якість довкілля”, “якість фінансового забезпечення”) ми проаналізуємо лише перші три.

Відповідно до методології, розглянутій в [3, 13], для вимірювання цих СІЯЖН треба були б узяти значення першої головної компоненти, побудованої по певному набору часткових критеріїв. Однак, як показав досвід проведеного в роботі [3] аналізу, результати практично не змінюються, якщо замість значень першої головної компоненти застосовувати значення

часткового критерію, який найбільш щільно корелює з нею. Таким чином, ми приходимо до наступних результуючих синтетичних критеріїв базових ознак якості життя населення по першим трьом інтегральним характеристикам другого рівня агрегації:

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

✓ *добробут населення* – вимірюється в дол. 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”), який вимірює досягнення країн світу з точки зору суспільного добробуту і соціального прогресу; представляє собою комбінований показник міжнародного дослідницького проекту The Social Progress Imperative за 100-бальною шкалою (в подальшому позначається як $y^{(3)}$).

2. Набори пояснюючих змінних для соціально-економічного вимірювання України в контексті критеріїв якості життя населення

Головне питання, на яке ми намагалися знайти відповідь під час свого дослідження, це: як характеристики рівня інституційного розвитку і соціально-економічної політики, що проводиться державою, впливають на значення трьох визначених синтетичних індикаторів якості життя населення?

Тому при формуванні апріорного набору пояснюючих змінних для цих синтетичних індикаторів якості життя населення ми намагалися (з урахуванням можливостей, обумовлених існуючим інформаційним забезпеченням), щоб у цьому наборі були представлені характеристики якості інститутів і державної соціально-економічної політики.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

В результаті був отриманий апріорний набір пояснюючих змінних для соціально-економічного вимірювання України в контексті критеріїв якості життя населення, представлений в табл. 1.

Таблиця 1

Набори пояснюючих змінних для соціально-економічного вимірювання
України в контексті критеріїв якості життя населення

Позна-чення	Сутність (назва) змінної
Пояснюючі змінні для синтетичного індикатора $y^{(1)}$ – <i>якість населення</i> :	
$x^{(1)}$	загальні видатки на охорону здоров'я в % від ВВП
$x^{(2)}$	рівень відповідності інфраструктури охорони здоров'я потребам суспільства (бали)
$x^{(3)}$	рівень кваліфікації робочої сили (бали)
$x^{(4)}$	рівень цифрових/технологічних навичок (бали)
$x^{(5)}$	державні видатки на освіту в % від ВВП
$x^{(6)}$	загальні витрати на наукові дослідження і розробки (НДіР) в % від ВВП
Пояснюючі змінні для синтетичного індикатора $y^{(2)}$ – <i>добробут населення</i> :	
$x^{(7)}$	імідж за кордоном або брендинг країни, що сприяє розвитку бізнесу (бали)
$x^{(8)}$	рівень застосування онлайн-сервісів для полегшення взаємодії громадськості з урядом (бали)
$x^{(9)}$	рівень сприятливих умов для ведення бізнесу (бали)
$x^{(10)}$	якість законів, які стосуються наукових досліджень і стимулюють інновації (бали)
$x^{(11)}$	якість політики протекціонізму уряду щодо її впливу на ефективність ведення бізнесу (бали)
$x^{(12)}$	ступінь вирішення проблеми щодо загрози для економіки з точки зору ухилення від сплати податків - якість податкового кодексу (бали)
$x^{(13)}$	якість законодавства про рівні можливості в економіці, що стимулює економічний розвиток (бали)
Пояснюючі змінні для синтетичного індикатора $y^{(3)}$ – <i>якість соціальної сфери</i> :	
$x^{(14)}$	рівень забезпечення права голосу та відповідальності (бали)
$x^{(15)}$	рівень політичної стабільності та відсутності насильства/тероризму (бали)
$x^{(16)}$	рівень ефективності уряду (бали)
$x^{(17)}$	рівень нормативної якості (бали)
$x^{(18)}$	рівень верховенства права (бали)
$x^{(19)}$	рівень контролю корупції (бали)

Доцільність включення до складу апріорного набору пояснюючих змінних часткових результуючих показників обґрунтована тим, що причини поведінки кожної з таких характеристик достатньо легко розшифровується в термінах певних параметрів інституційного розвитку або соціально-економічної політики, що проводиться державою.

Наприклад, низькі значення пояснюючої змінної $x^{(2)}$ (рівень відповідності інфраструктури охорони здоров'я потребам суспільства) свідчить про певні дефекти соціальної політики в сфері охорони здоров'я; низькі значення змінних $x^{(9)}$ (рівень сприятливих умов для ведення бізнесу) і $x^{(12)}$ (ступінь вирішення проблеми загрози для економіки з точки зору ухилення від сплати податків) говорять про недосконалість законодавчої бази і т. д.

3. Уніфікація вимірювальних шкал аналізованих змінних

В табл. 1 основна частина експертно оцінюваних змінних вимірюється в 10-бальній шкалі, в якій нуль відповідає найгіршій ситуації, а 10 – найкращій. Проте серед аналізованих нами змінних є показники, що вимірюються в інших шкалах. Це змінні $y^{(1)}$, $y^{(2)}$, $y^{(3)}$, $x^{(1)}$, $x^{(5)}$, $x^{(6)}$, $x^{(8)}$, $x^{(9)}$, $x^{(14)}$ – $x^{(19)}$.

Відповідно до рекомендацій [3] для того, щоб виміряну в довільній шкалі змінну z привести до 10-бальної, до цієї змінної необхідно застосувати певне перетворення, тобто перейти до змінної \tilde{z} по формулі:

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

де z_{min} , z_{max} і z_{opt} – відповідно мінімально можливе, максимально можливе та оптимальне (в сенсі вимірюваної цієї змінної) значення. Необхідні для реалізації перетворення (1) мінімальні, максимальні та оптимальні значення аналізованих змінних наведені в табл. 2.

Мінімальне, максимальне та оптимальне значення індекса людського розвитку $y^{(1)}$ впливає з його визначення. Мінімальне (максимальне) значення для будь-якої з інших змінних визначається як мінімальне (максима-

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

льне) значення цієї змінної серед усіх 9 аналізованих країн за період 2010-2019 рр. Оптимальне значення певної змінної, зв'язаної з якістю монотонно зростаючою (монотонно спадаючою) залежністю, визначається як її максимальне (або ж відповідно мінімальне) значення. Нарешті, оптимальне значення змінної, що зв'язана з якістю немонотонною залежністю (в нашому випадку це змінні $y^{(2)}$, $x^{(1)}$, $x^{(5)}$ та $x^{(6)}$) обчислюються як середнє значення цієї змінної, взятої по трьом країнам, кращим по тому СІЯЖН, для котрого ця змінна використовується як пояснююча.

Таблиця 2

Параметри, необхідні для перетворення змінних,
які уніфікують їх вимірвальні шкали

Змінна	Сутність (назва) змінної	Мінім. значення	Максим. значення	Оптимальне значення
$y^{(1)}$	Індекс людського розвитку, частка від одиниці	$y_{\min}^{(1)} = 0$	$y_{\max}^{(1)} = 1$	$y_{\text{opt}}^{(1)} = 1$
$y^{(2)}$	Валовий внутрішній продукт на душу населення за паритетом купівельної спроможності валют, дол. США	$y_{\min}^{(2)} = 7664,51$	$y_{\max}^{(2)} = 36897,41$	$y_{\text{opt}}^{(2)} = 36897,41$
$y^{(3)}$	Індекс соціального прогресу, бали	$y_{\min}^{(3)} = 0$	$y_{\max}^{(3)} = 100$	$y_{\text{opt}}^{(3)} = 100$
$x^{(1)}$	Загальні видатки на охорону здоров'я в % від ВВП	$x_{\min}^{(1)} = 4,7$	$x_{\max}^{(1)} = 7,8$	$x_{\text{opt}}^{(1)} = 7,8$
$x^{(5)}$	Державні видатки на освіту в % від ВВП	$x_{\min}^{(5)} = 3,0$	$x_{\max}^{(5)} = 7,0$	$x_{\text{opt}}^{(5)} = 7,0$
$x^{(6)}$	Загальні витрати на наукові дослідження і розробки (НДіР) в % від ВВП	$x_{\min}^{(6)} = 0,10$	$x_{\max}^{(6)} = 2,28$	$x_{\text{opt}}^{(6)} = 2,28$
$x^{(8)}$	Рівень застосування онлайн-сервісів для полегшення взаємодії громадян з урядом, частка від одиниці	$x_{\min}^{(8)} = 0$	$x_{\max}^{(8)} = 1$	$x_{\text{opt}}^{(8)} = 1$
$x^{(9)}$	Рівень сприятливих умов для ведення бізнесу, бали	$x_{\min}^{(9)} = 0$	$x_{\max}^{(9)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(9)} = 100$
$x^{(14)}$	Рівень забезпечення права голосу та відповідальності, бали	$x_{\min}^{(15)} = 0$	$x_{\max}^{(15)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(15)} = 100$
$x^{(15)}$	Рівень політичної стабільності та відсутності насильства/тероризму, бали	$x_{\min}^{(16)} = 0$	$x_{\max}^{(16)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(16)} = 100$
$x^{(16)}$	Рівень ефективності уряду, бали	$x_{\min}^{(17)} = 0$	$x_{\max}^{(17)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(17)} = 100$
$x^{(17)}$	Рівень нормативної якості, бали	$x_{\min}^{(18)} = 0$	$x_{\max}^{(18)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(18)} = 100$
$x^{(18)}$	Рівень верховенства права, бали	$x_{\min}^{(19)} = 0$	$x_{\max}^{(19)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(19)} = 100$
$x^{(19)}$	Рівень контролю корупції, бали	$x_{\min}^{(20)} = 0$	$x_{\max}^{(20)} = 100$	$x_{\text{opt}}^{(20)} = 100$

4. Ідентифікація моделей залежностей СІЯЖН від характеристик інституційного розвитку та державної соціально-економічної політики

Ідентифікація моделей залежностей спрямована на підтримку розв'язання наступної задачі. Нехай $y_{it}^{(j)}$ – це значення j -го СІЯЖН для i -ї країни в t -му році ($j = 1, 2, 3; i = 1, 2, \dots, 9; t = 1, 2, \dots, 10$ – включає період 2010-2019 рр.). І нехай відомі $x_{it}^{(1)}(j), x_{it}^{(2)}(j), \dots, x_{it}^{(p_j)}(j)$ – значення p_j характеристик апріорного набору пояснюючих змінних для j -го СІЯЖН i -ї країни в t -му році (апріорні набори пояснюючих змінних представлені в табл. 1). Необхідно на засадах існуючого масиву даних (індекс t надалі не враховуємо) ідентифікувати модель залежності $y^{(j)}$ від $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p_j)}$, тобто:

1) визначити параметричне сімейство функцій для пошуку потрібної залежності:

$$y_i^{(j)} = f(x_i^{(1)}, \dots, x_i^{(p_j)}; \Theta(j)) + \varepsilon_i^{(j)}, \quad (2)$$

де залишкова випадкова компонента $\varepsilon_i^{(j)}$ відображає вплив на значення $y_i^{(j)}$ факторів, які не враховані в аналізованому апріорному наборі пояснюючих змінних, як правило, модель будується таким чином, щоб середнє значення залишкової компоненти дорівнювало нулю;

2) в рамках вибраного параметричного сімейства функцій з'ясувати, які з пояснюючих змінних апріорного набору є в деякому сенсі визначальними під час формування значень $y^{(j)}$, тобто виділити з апріорного набору $\{x^{(1)}, \dots, x^{(p_j)}\}$ так звані змінні-детермінанти $\{x^{(1)}, \dots, x^{(p'_j)}\}$, де $p'_j < p_j$;

3) розглядаючи модель

$$y_i^{(j)} = f(x_i^{(1)}, \dots, x_i^{(p'_j)}; \Theta(j)) + \varepsilon_i^{(j)}, \quad (2')$$

побудувати оцінки $\hat{\Theta}(j)$ для невідомих значень параметрів $\Theta(j)$ на базі масиву вхідних даних.

Зазначимо, що під час розв'язку задачі 1) ми використовували сімейство лише лінійних функцій:

$$\tilde{y}_i^{(j)} = \theta_1 + \theta_2 \tilde{x}_i^{(1)} + \dots + \theta_{p_j+1} \tilde{x}_i^{(p_j)} + \varepsilon_i^{(j)} \quad (3)$$

з адитивно накладеними випадковими залишками $\varepsilon^{(j)}$.

Розв'язання задачі 2) було засновано на стандартній процедурі покрокової регресії зі включенням, а розв'язання задачі 3) здійснювалося за допомогою звичайного методу найменших квадратів. Деяка модифікація цієї процедури полягала у наступному. Одержавши в результаті цієї процедури для кожного фіксованого числа пояснюючих змінних їх оптимальний склад, ми в деяких випадках намагалися трохи варіювати цей склад, правда, лише у невеликому інтервалі встановленого значення критерія R_{adj}^2 (скоректованого коефіцієнта детермінації). Якщо така зміна призводило до більш природною (зі змістовної точки зору) інтерпретації аналізованої залежності, то отриманий склад вибирався як остаточне рішення. Саме цією логікою пояснюється спроба щодо вилучення вільного члена в регресійному рівнянні для $\tilde{y}^{(1)}$ і оцінки значимості аналізованих факторів-детермінантів на підставі beta-коефіцієнтів, проте цей аспект тут не розглядається.

Основні результати розрахунків, пов'язаних із ідентифікацією моделей залежностей СІЯЖН від характеристик інституційного розвитку та державної соціально-економічної політики, були одержані за допомогою засобів системи *STATISTICA* і представлені в табл. 3 – табл. 5. Тут аналізовані змінні кодуються таким чином, що верхній індекс змінної, у т.ч. уніфікованої, відповідає такому ж числу, наприклад: $\tilde{y}^{(1)}$ позначається як у1, $x^{(2)}$ – як x2 і т.д.

Таблиця 3

Короткі результати регресії для у1 від x1-х6

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (SEV-UA-unif)						
R= ,68769316 R?= ,47292188 Adjusted R?= ,45453543						
F(3,86)=25,721 p<,00000 Std.Error of estimate: ,24884						
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(86)	p-level
Intercept			7,828561	0,090562	86,44414	0,000000
x2	0,529640	0,086092	0,137347	0,022326	6,15200	0,000000
x5	-0,327323	0,080725	-0,050090	0,012353	-4,05480	0,000110
x6	0,284992	0,084733	0,056193	0,016707	3,36343	0,001151

Таблиця 4

Короткі результати регресії для y_2 від x_7 - x_{13}

Regression Summary for Dependent Variable: y_2 (SEV-UA-unif)						
R= ,78579934 R ² = ,61748060 Adjusted R ² = ,60413690 F(3,86)=46,275 p<,00000 Std.Error of estimate: 1,5508						
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(86)	p-level
Intercept			-9,11243	1,676230	-5,43627	0,000001
x9	0,659876	0,087393	2,11100	0,279578	7,55069	0,000000
x10	0,305694	0,092711	0,79477	0,241040	3,29727	0,001421
x13	-0,211446	0,082680	-0,68552	0,268055	-2,55739	0,012299

Таблиця 5

Короткі результати регресії для y_3 від x_{14} - x_{19}

Regression Summary for Dependent Variable: y_3 (SEV-UA-unif)						
R= ,98739717 R ² = ,97495317 Adjusted R ² = ,97407944 F(3,86)=1115,9 p<0,0000 Std.Error of estimate: ,08328						
N=90	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(86)	p-level
Intercept			6,420326	0,050421	127,3354	0,000000
x14	0,199152	0,051198	0,051603	0,013266	3,8899	0,000197
x16	0,250263	0,038804	0,075017	0,011632	6,4495	0,000000
x19	0,570891	0,068342	0,128617	0,015397	8,3534	0,000000

Аналіз ступеня адекватності побудованих залежностей на основі значень коефіцієнтів детермінації R^2 і його скоректованого значення R_{adj}^2 , F -критерію та рівня значущості p -level дозволяють стверджувати, що лінійні регресійні моделі достатньо адекватно описують взаємозв'язки між аналізованими змінними.

Варто також зазначити, що в представлених у табл. 3 – табл. 5 результатах регресії коефіцієнти показують інтенсивність впливу факторів на синтетичні показники-індикатори y_1 – y_3 . Сенс коефіцієнта регресії полягає в тому, що він показує як в середньому зміниться значення результативного СІЯЖН, якщо відповідна факторна ознака збільшиться (або зменшиться) на одиницю при фіксованих значеннях всіх інших факторів.

Окрім цього, на підставі beta-коефіцієнтів, представлених у табл. 3 - 5 можна оцінити значимість аналізованих факторів-детермінантів. Цей коефіцієнт показує, на скільки одиниць стандартного відхилення зміниться залежна змінна при зміні на одне стандартне відхилення відповід-

ної незалежної змінної, при умові постійних інших незалежних змінних. Так, збільшення оцінки x^{19} (табл. 5) на величину її середньоквадратичного відхилення призведе до збільшення середнього u_3 на 0,571 середньоквадратичного відхилення цієї оцінки.

5. Результати емпіричного аналізу

Одержані результати дозволяють стверджувати, що з 19-ти пояснюючих змінних апріорного набору (див. табл. 1) до числа змінних-детермінант можуть бути віднесені тільки дев'ять. З урахуванням уніфікації це – рівень відповідності інфраструктури охорони здоров'я потребам суспільства (змінна $x^{(2)}$), державні видатки на освіту в % від ВВП ($\tilde{x}^{(5)}$), загальні витрати на наукові дослідження і розробки (НДіР) в % від ВВП ($\tilde{x}^{(6)}$), рівень сприятливих умов для ведення бізнесу ($\tilde{x}^{(9)}$), якість законів, які стосуються наукових досліджень і стимулюють інновації ($x^{(10)}$), якість законодавства про рівні можливості в економіці, що стимулює економічний розвиток ($x^{(13)}$), рівень забезпечення права голосу та відповідальності ($\tilde{x}^{(14)}$), рівень ефективності уряду ($\tilde{x}^{(16)}$) та рівень контролю за корупцією ($\tilde{x}^{(19)}$).

Тому і соціально-економічний вимір України ми будемо розглядати у “фазовому просторі” саме цих дев'яти змінних-детермінант і, звичайно, трьох аналізованих синтетичних індикаторів якості життя населення.

Скористаємося для цього представленими в табл. 3 – табл. 5 результатами ідентифікації регресійних моделей.

Варіація регресійних значень *індикатора якості населення* $\hat{y}^{(1)}$ на 47,29% визначається змінами значень факторів-детермінант: $x^{(2)}$ (рівнем відповідності інфраструктури охорони здоров'я потребам суспільства), $\tilde{x}^{(5)}$ (державними видатками на освіту в % від ВВП) та $\tilde{x}^{(6)}$ (загальними витрати на наукові дослідження і розробки в % від ВВП) за формулою:

$$\hat{y}^{(1)} = 7,829 + 0,137x^{(2)} - 0,05\tilde{x}^{(5)} + 0,056\tilde{x}^{(6)}. \quad (4)$$

Це означає, зокрема, що при підвищенні оцінки $x^{(2)}$ (або $\tilde{x}^{(6)}$) або зниженні оцінки $\tilde{x}^{(5)}$ на Δ значення індикатора якості населення відповідно підвищиться в середньому на $0,137 \cdot \Delta$ (або на $0,056 \cdot \Delta$) або знизиться на $0,05 \cdot \Delta$.

Варіація регресійних значень індикатора добробуту населення $\hat{y}^{(2)}$ на 60,41% визначається змінами факторів-детермінант: $\tilde{x}^{(9)}$ (рівнем сприятливих умов для ведення бізнесу), $x^{(10)}$ (якістю законів, які стосуються наукових досліджень та стимулюють інновації), $x^{(13)}$ (якістю законодавства про рівні можливості в економіці, що стимулює економічний розвиток) за формулою:

$$\hat{y}^{(2)} = -9,112 + 2,111\tilde{x}^{(9)} + 0,795x^{(10)} - 0,686x^{(13)}. \quad (5)$$

Це означає, що при підвищенні оцінки $\tilde{x}^{(9)}$ (або $x^{(10)}$), або зниженні оцінки $x^{(13)}$ на Δ значення індикатора добробуту населення відповідно підвищиться в середньому на $2,111 \cdot \Delta$ (або на $0,795 \cdot \Delta$) або знизиться на $0,686 \cdot \Delta$.

Варіація регресійних значень індикатора якості соціальної сфери $\hat{y}^{(3)}$ на 97,41% визначається змінами значень факторів-детермінант, а саме: $\tilde{x}^{(14)}$ (рівнем забезпечення права голосу і відповідальності), $\tilde{x}^{(16)}$ (рівнем ефективності уряду) та $\tilde{x}^{(19)}$ (рівнем контролю корупції) за формулою:

$$\hat{y}^{(3)} = 6,42 + 0,052\tilde{x}^{(14)} + 0,075\tilde{x}^{(16)} + 0,129\tilde{x}^{(19)}. \quad (6)$$

Це означає, зокрема, що при підвищенні оцінки $\tilde{x}^{(14)}$ (або $\tilde{x}^{(16)}$, або $\tilde{x}^{(19)}$) на Δ значення індикатора якості соціальної сфери (індекса соціального прогресу) підвищиться в середньому на $0,052 \cdot \Delta$ (відповідно на $0,075 \cdot \Delta$ або $0,129 \cdot \Delta$).

Висновки

Результати економетричного аналізу залежностей між трьома визначеними СЛЯЖН та відповідними наборами для них пояснюючих змінних дозволяють виявити ключові напрямки вдосконалення українських інсти-

тутів і соціально-економічної політики, що проводиться в Україні, на яких насамперед необхідно сконцентрувати зусилля для підвищення якості життя населення.

Зокрема, використовуючи одержані результати можна зробити наступні висновки.

1. Виділені для синтетичного індикатора $\hat{y}^{(1)}$ факторидетермінанти (4) вказують на те, що якість українського населення можна покращити насамперед за допомогою вдосконалення діючої інфраструктури охорони здоров'я, шляхом підвищення рівня її відповідності потребам суспільства. Важливу роль у такому покращенні відіграють також витрати на наукові дослідження та розробки – найважливіша характеристика економіки знань. Тому суттєве збільшення цих витрат необхідно визнати ефективним засобом розвитку економіки знань та підвищення якості українського населення.

2. Аналіз регресійних значень індикатора $\hat{y}^{(2)}$ (5) дозволяє стверджувати, що добробут українського населення можна покращити на основі проведення реформ у законодавчій сфері. Це передбачає розробку і впровадження законів, які б забезпечували підвищення рівня сприятливих умов для ведення бізнесу та проведення наукових досліджень і стимулювання інновацій, створювали рівні можливості в економіці для стимулювання економічного розвитку.

3. Аналіз регресійних значень синтетичного індикатора $\hat{y}^{(3)}$ (6) дозволяє зробити висновки про те, що якість соціальної сфери в Україні можна покращити на основі розвитку демократії, підвищивши рівень забезпечення права голосу і відповідальності, підвищення ефективності роботи уряду, а також посилення контролю за корупцією.

На завершення, про можливі напрямки розвитку цього дослідження. Це насамперед: аналіз “української траєкторії” соціально-економічного розвитку на протязі 2010-2020 років; розширення складу апріорного набору пояснюючих змінних; збільшення вибірки вхідних даних за рахунок охоплення європейських країн, які є лідерами соціально-економічного розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бочі А. Україна у світових рейтингах. URL : <http://www.visnuk.com.ua/ua/pubs/id/9160>.
2. Вимірювання якості життя в Україні. Аналітична доповідь / Лібанова Е.М., Гладун О.М., Лісогор Л.С. та ін. Київ, 2013. URL : https://www.idss.org.ua/monografii/UNDP_QoL_2013_ukr.pdf.
3. Айвазян С.А. Анализ качества и образа жизни населения / Центральный экономико-математический ин-т РАН. - М.: Наука, 2012. - 432 с.
4. Aivazjan S.A. Quality of Life and Living Standards Analysis. An Econometric Approach. - Berlin: de Gruyter, 2016. - 399 p.
5. Капица Л.М. Индикаторы мирового развития / Л.М. Капица. - 2-е изд. - М.: МГИМО(У) МИД России, 2008. - 352 с.
6. Бородкин Ф.М. Социальные индикаторы: учеб. для студ. вузов / Ф.М. Бородкин, С.А. Айвазян. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 607 с.
7. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: Справ. изд. / Под ред. С.А. Айвазяна. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 487 с.
8. Болч Б., Хуань К. Дж. Многомерные статистические методы для экономики: Пер. с англ. - М.: Статистика, 1979. - 317с.
9. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: Пер. с англ. - М.: Статистика, 1973. - 392 с.
10. Малярець Л.М., Азаренков Г.Ф. Особенности параметров линейных регрессионных моделей в реальных экономических задачах / У монографії: «Лібермановські читання: економічна спадщина та сучасні проблеми / Під заг. ред. д.е.н., проф. Пономаренка В.С., Кизима М.О., к.е.н., доц. Зими О.Г. - Харків: ВД «ІНЖЕК», 2009. - 296 с.
11. Комиссия по основным показателям экономической деятельности и социального прогресса. URL :https://ru.wikipedia.org/wiki/Комиссия_по_основным_показателям_экономической_деятельности_и_социального_прогресса.
12. Артеменко В.Б. Интегральні індикатори якості життя населення в управлінні регіональним розвитком // Соціальна економіка. - 2001. - №3-4. - С.78-87.
13. Артеменко В.Б. Комплексна оцінка ефективності соціально-економічного розвитку регіонів у контексті критеріїв якості життя // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Міжвід. наук. зб. Вип. 71. - К.: КНЕУ, 2004. - С.92-105.
14. Артеменко Л.В. Україна – ЄС: Побудова спільної інноваційної стратегії // “COMPASS 2020” Україна у міжнародних відносинах: цілі, інструменти, перспективи. URL : <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/ukraine/07752.pdf>.
15. The IMD World Competitiveness Online. URL : <https://www1.imd.org/wcc/products/eshop-world-competitiveness-online/>.
16. Worldwide Governance Indicators. URL : <http://info.worldbank.org/governance/wgi/Home/Documents#docReading>.
17. World Data Atlas. URL : <https://knoema.com/atlas/topics/Economy>.
18. Human development reports. URL : <http://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-ranking>.
19. Україна в міжнародних індексах. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

1.9. Analysis of structural features of the development of communities

1. Introduction

The unitary system of managerial decision-making that has developed over the years in Ukraine was not justified. The decentralization reform enables local territorial communities to choose their development trajectories. However, this process is not easy. Management requires scientific substantiation and awareness of the community consequences of decisions made. Changing the model of financial flows, which provides decentralization, leads to community involvement in planning and its interest in their development.

The long-term development of the region, in addition to the existing ecological and socio-economic potential, includes the level of its financial security. There are important directions of the region's development implementing innovative environmental technologies, enhancing environmental safety and countering climate change. The functioning of these areas is impossible without proper funding. Decentralization processes have complicated the structure of the funding sources at the level of the united territorial community (UTC). The government stimulates community development: additionally allocates funds (transfers, subventions, grants) and promotes the attraction of international finances for projects on the reconstruction of public institutions. Also, there are intergovernmental transfers. The relevance of the study is due to the need to analyze the processes of decentralization in Ukraine.

The object of the research is the features of the development of communities, which are represented by UTC. The subject of the research is the methods of analysis of the structural features of financing and the dynamics of development of UTC in the southern regions of Ukraine.

Data Mining methods are used for research. These approaches reveal hidden Data Mining methods are used for research. These approaches reveal hidden connections, standard patterns and visualize them. The first method is the pattern method, where the concept of a pattern as a stable combination of top varia-

bles. These variables are associated with a characteristic model of the behaviour of multidimensional socio-economic systems. The concept of pattern is an empirical analogue of the terms "type", "cluster". It is complemented by the method of associative rules, which provides an opportunity to formulate certain recommendations for decision-making.

The research aim is to build patterns of the structure of financing and the dynamics of UTC in the southern regions of Ukraine. Open data to analyze the UTC in terms of the internal structure of the funding sources of their development were taken. The objective of the research is of the following. First, explore the capabilities of the patterning method to identify patterns and test the hypothesis: the funding structure determines the dynamics of development. Second, to develop a methodology for predicting the dynamics of newly formed communities based on the data of existing ones.

The practical value of this study is to help communities to analyze their funding structure and development dynamics. As well as in developing individual and joint development plans. The scientific novelty includes testing the effectiveness of the combination of the method of patterns and associative rules as a method for analyzing the structural features of UTC.

2. Related Works

The territory is a multidimensional space. Where each dimension reflects the availability of stocks of certain types of territorial capital: location, size, and quality, internal and external interaction. Their interaction creates a variety of external effects and synergy effects [1]. According to the research [2] strategies of reasonable specialization of territories are becoming more and more popular. They are based on the recognition that the interaction between agents with different types of knowledge can lead to better innovative results. The studies of territorial development and the formation of the territorial strategy for competitiveness are becoming increasingly important, which is considered in the article [3].

The construction of competitiveness takes place in the territorial level noted in [3]. Citizens, companies and other institutions operating in the territory create the necessary conditions for the functioning of the environment. Therefore, the territories of different levels – the state, region, city, community – are the most important building blocks for the world economy and social development. It is obvious to any territory during the development of strategies to formulate answers to such questions. Citizens, companies and other institutions operating in the territory create the necessary conditions for the functioning of the environment. Therefore, the territories of different levels - the state, region, city, community - are the most important building blocks for the world economy and social development. It is obvious to any territory during the development of strategies to formulate answers to such questions. First, "what for?": the formation of goals territory. The second "what?": the content of the strategy. The third "how and who?": the process of strategy formation [3].

According to the research [4], territorial competitiveness is an important element of human-centric and sustainable economic progress. In the research [5] regional competitiveness is defined as the ability of a region to create an attractive and sustainable environment for living and working companies and residents. Based on the results of research, it was concluded that such indicators as the quality of institutions, human capital, technological readiness and business sophistication are important for territorial development [4]. It is noted that regional economic indicators depend on the business environment and competitiveness. This study uses the RCI index. Based on the calculation of this index, the levels of competitiveness of the territories are determined. They also identify their problem areas that should be considered when formulating strategies and strengths that should be relied upon when developing regional economic growth strategies [4].

Decentralization processes are important not only at the level of decision-making on the allocation of funds but also for decision-making in other important areas. Thus, [6] notes the importance of environmental decentralization, as it strengthens the control of environmental pollution.

An important consequence of decentralization is the tax competition of territories. Tax competition in the work [7] means the reaction of local authorities with the appropriate powers, in the form of changes in tax rates to changes in tax rates in neighbouring territories. The paper [7] considers two different motives for tax competition. The first is the expansion of the tax base due to the movement of capital, companies and residents to a certain area with more favourable tax conditions. The effect, in this case, is in the form of an increase in tax revenues. The second motive is political, which manifests itself in the form of the formation of political capital through the satisfaction of local voters [7].

The method of pattern analysis was formed due to the need to process large databases. The pattern analysis is widely used in many areas, such as macroeconomics, finance, social media, politics, biology, manufacturing, etc.

This method is widely used in information retrieval. Thus, the authors of research [8] address the problem of responding to user requests by obtaining the most relevant object from a cluster set of objects and uses a new approach called Cluster-based Retrieval using Pattern Mining (CRPM). This approach integrates different clustering and pattern analysis algorithms.

The wide scope of application of this method raises the problem of unification of analysis patterns [9]. A particular designed for a specific sphere pattern cannot be used for a problem in a different context [9]. This question requires software developers to reanalyze the problem. Therefore, the article [9] proposed a template language for constructing stable analysis templates.

The article [10] proposes a method based on the methods of cluster analysis and qualitative comparative analysis of Cluster Analysis and Qualitative Comparative Analysis (QCA), Dynamic Pattern Synthesis (DPS). This new approach has been used to study macroeconomics and public policy.

The research [11] presents approaches to the analysis of data on suspicious money laundering transactions and notes that this methodology is a very effective and useful method of detecting suspicious transactions.

In articles [12; 13] provides many examples of using the patterning method, in particular in business: predictive models use patterns found in historical

data to identify risks and opportunities. Models capture relationships among many factors to make it possible to assess the risks or potential associated with a particular set of conditions when guiding decisions about possible deals. There are several drawbacks to the patterning method: a lot of time and labour.

The article [14] presents possible ways of assessing the subjective curiosity of patterns from the point of view of a user who examines the data in which these patterns are contained. Curiosity defines a wide concept that combines nine criteria: laconic, coverage, reliability, peculiarity, variety, novelty, surprise, usefulness and readiness to use. A pattern is laconic if it contains a relatively small number of descriptors. The set of patterns is laconic if it contains a relatively small number of patterns. A pattern is common if it has relatively large extensions. Itemsets is a set of elements. Itemsets is widespread if it covers the proportion of entries in the dataset containing this itemset above the specified threshold. The Apriori algorithm is used to find common items. A pattern is reliable if the patterns described by the pattern appear in a high proportion of cases for which it is valid. For example, a classification rule is reliable if its predictions are highly accurate, and an associative rule is reliable if it is highly reliable. A pattern is special if it is far from other patterns at a certain distance. Special patterns are generated from special data, which are relatively uncommon and markedly different from other data. Special patterns may be unknown to the researcher, but at the same time interesting. A pattern is diverse if the elements of its extension are markedly different from each other. The pattern is new if it cannot be obtained from the previous ones. A pattern is unexpected if it contradicts the knowledge or expectations of the researcher. The pattern can be considered useful if its use by the researcher contributes to the achievement of the goal. This type of interest is based on user-defined utility functions in addition to regular data. The pattern is ready for use in a particular field if it allows decisions to be made about further action in this field. This criterion is sometimes associated with a pattern selection strategy. A general method for assessing readiness for use has not yet been proposed. In [15] Wang K. considered it as a profit that the association can bring.

3. *Materials and methods*

The basis of the pattern analysis is to identify the similarity of indicators that characterize the internal structure of the studied objects. Clusters are formed on their basis. They are similar in some preselected metrics. The objects of different clusters are significantly different. Information about it is measured in sequential moments. If there is information about the quantitative values of the indicators of the studied objects it is possible to build development trajectories of both dynamic groups and individual objects as well as to identify implicit relationships of it.

Associative curiosity is usually defined as the difference between the frequency of occurrence of a pattern and its expected frequency of occurrence, assuming that some descriptors are satisfied independently.

To search the associative rules the objects of which itemsets consist are represented by the set:

$$I = \{ i_1, i_2, \dots, i_j, \dots, i_n \} \quad (1)$$

where i_j is the objects included in the analyzed sets; n - total number of objects.

In our case, such objects are combinations of directions of interrelations between indicators of the structure of financing and dynamics of development $\{\rightarrow, \uparrow, \downarrow\}$.

Sets of objects from the set I , to be analyzed are usually called transactions. A transaction is a subset of a set I : $T = \{ i_j | i_j \in I \}$. Further, such transactions are a set of patterns for certain UTC. The set of transactions, information about which is available for analysis, is denoted by a set: $D = \{ T_1, T_2, \dots, T_r, \dots, T_m \}$, where m - the number of transactions available for analysis.

A set of transactions that include a specific object i_j , denote as follows:
 $D_{ij} = \{ T_r | i_j \in T_r; j = 1..n; r = 1..m \} \subseteq D$.

Let's denote an arbitrary itemset as follows

$$F = \{ i_j | i_j \in I; j = 1..n \} \quad (2)$$

Itemset consisting of k elements, is called k -element set. The set of transactions, which includes the set F , is denoted as follows:

$$D_F = \{ T_r \mid F \subseteq T_r; r = 1..m \} \subseteq D \quad (3)$$

The ratio of the number of transactions that includes set F to the total number of transactions is called the support of set F and is denoted by $\text{Supp}(F)$:

$$\text{Supp}(F) = \frac{|D_F|}{|D|} \quad (4)$$

When searching for rules, choose the minimum value of support for sets $\text{Supp}_{\min} = 0,5$.

A large itemset is if its support value is greater than the user-specified minimum value:

$$\text{Supp}(F) > \text{Supp}_{\min} \quad (5)$$

The solution to the problem of finding associative rules is the set of all large itemset:

$$L = \{ F \mid \text{Supp}(F) > \text{Supp}_{\min} \} \quad (6)$$

In associative rules, condition and result are objects of the set I : *if* (X) *then* (Y), where $X \in I, Y \in I$. A well-known Apriori algorithm is used to solve problems [19].

4. Our results and experiments

In this article, two types of patterns are used for analysis: funding structures and development dynamics.

Patterns of financing structure were built on the basis of such indicators [20]:

- a1. – Own income per person, UAH;
- a2. – Development expenditures (capital expenditures) per 1 person, UAH;
- a3. – Infrastructure subvention for 1 person, UAH;
- a4. – Basic / reverse subsidy for 1 person, UAH;

The patterns of development dynamics included the rates of the respective three structural indicators and income:

- c1. – The growth rate of own income per person, %;

c2. – Growth rate of development expenditures (capital expenditures) per 1 person, %;

c3. – Growth rate of infrastructure subvention per 1 person, %;

c4. – Income per capita UTC, UAH.

The study of data using patterns is based on a specific language of patterns.

All baseline indicators were normalized from 0 to 1.

In our case, the total number of patterns of each type is determined by a combination of three directions in the structure of relationships between the four basic indicators $\{\rightarrow, \uparrow, \downarrow\}$, in a given sequence from a_1 to a_4 (or from c_1 to c_4), which means the following:

\rightarrow – indicator a_i has the same level in the normalized interval $[0; 1]$, as an indicator a_{i+1} ;

\uparrow – indicator a_i has a lower level than the indicator a_{i+1} ;

\downarrow – indicator a_i has a higher level than the indicator a_{i+1} .

In general, we have $4!=24$ different arrangements of baseline indicators, which can form the maximum (but not necessarily) $3^3=27$ types of patterns (clusters). Next, we focus on the above ordering of basic indicators from a_1 to a_4 (or from c_1 to c_4).

For the graphic representation of patterns the method of parallel coordinates in multidimensional space was used, where coordinates corresponded to basic indicators separately for patterns of structure of financing and patterns of dynamics of development.

The proposed method for predicting the type of dynamics of the newly formed UTC consists of the following steps.

Construction of diagrams of patterns of structure of financing and dynamics of development in parallel coordinates.

Coding of diagrams by a sequence of three directions in the structure of relations between four basic indicators $\{\rightarrow, \uparrow, \downarrow\}$

Construction of the table of comparison of patterns of structure of financing and dynamics of development.

Definition of clusters consisting of identical pairs of sequences of connections between four basic indicators of the structure of financing and corresponding indicators of dynamics of development.

Based on the basic principle of system dynamics, which states: the structure determines the dynamics. As well as the principle of historicism, this means that the second configuration of data in the dynamics leads to a similar result. The conclusion about the type of dynamics of newly formed UTC on their structure of financing and similar structure of earlier formed UTC is made.

The results of the analysis of clusters according to the method on the example of UTC regions of the South of Ukraine for 2018 according to the data [21; 22] are presented below.

4.1. UTC of Zaporizhzhia region

Based on the reporting data of the UTC of the Zaporizhzhia region for 2016-2018, 8 different patterns of the financing structure and five patterns of development dynamics were obtained. The following table shows only those patterns frequency of which is more than one (Table 1).

Table 1

Structure and composition of UTC patterns of Zaporizhzhia region
for 2016-2018

Patterns	Name of UTC (year of formation 2015-2016)	Name of newly UTC (2017)
Funding structures		
{↓, ↑, ↓}	Botiivska, Osypenkivska, Ostrykivska, Malotokmachanska	The total number of relevant UTC 13
{↓, ↑, ↑}	Veselivska, Preobrazhenska, Bilenkivska	Orikhivska, Kamiansko-Dniprovskia
Dynamics of development		
{↑, ↑, ↑}	Smyrnovska, Dolynska, Botiivska, Prymorska, Ostrykivska	
{↑, ↑, ↓}	Berestivska, Kamysh-Zorianska, Veselivska, Preobrazhenska, Osypenkivska, Malotokmachanska, Bilenkivska, Komyshevaska	

According to the main idea of the methodology: regions with the same pattern structure in the basic system of indicators are considered similar in the development model. It allows certain strategic decisions to be made regarding further actions to finance community development. According to Table 1, there are two clusters of the funding structure and two clusters of development dynamics. Among the newly formed UTC in 2017, we have 13 that have the structure of financing the first cluster, and two UTC (Orikhivska and Kamyansko-Dniprovska) have the structure of the second cluster. Therefore, when forecasting their development dynamics, it is possible to rely on the dynamics of those UTC that are part of the relevant clusters but were formed in 2015-2016.

The following figure shows an example of the visualization of patterns of the financing structure by the method of parallel coordinates for the UTC Zaporizhzhia region, which were formed in 2016 (Figure 1).

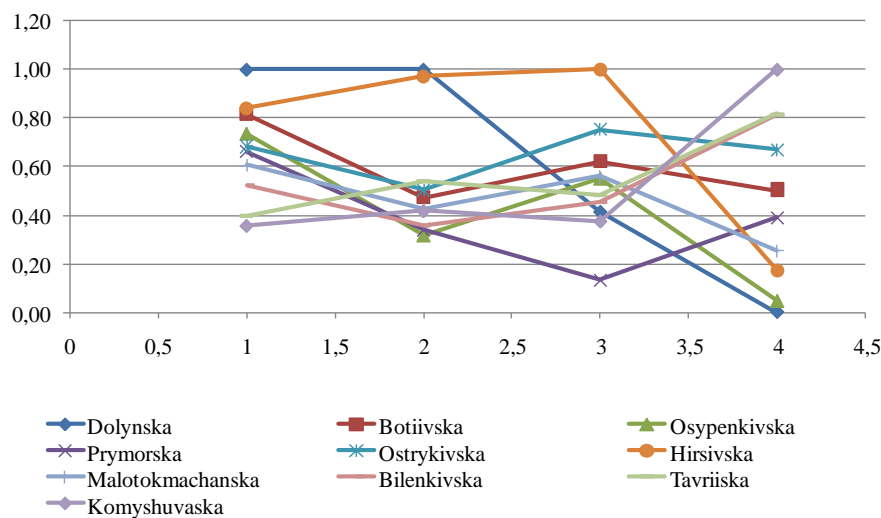


Fig. 1. Funding structure patterns in 2018 for UTC of the Zaporizhzhia region, formed in 2016

Fig. 2 shows an example of the visualization of patterns of development dynamics by the method of parallel coordinates for UTC of the Zaporizhzhia region, which was formed in 2015-2016.

In Fig. 1 and Fig. 2 we see the grouping of graphs of the same type, which form the clusters described in table 1. Similar results were obtained for the communities of Odessa and Dnipropetrovsk regions.

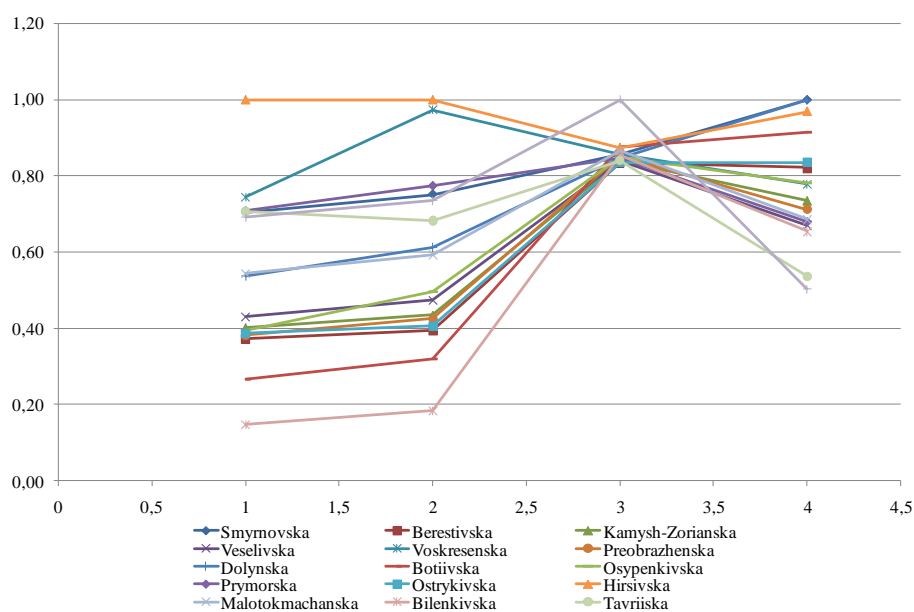


Fig. 2. Patterns of development dynamics in 2018 for UTC of the Zaporizhzhia region, formed in 2015-2016

4.2. UTC of Odessa region

The following is a summary table for the formation of associative rules for comparing UTC for predicting patterns of dynamics based on patterns of the structure according to the data of the Odessa region (Table 2).

According to table 2, we see clusters of the funding structure and clusters of development dynamics. The largest in number of representatives is the second cluster with the pattern $\{\downarrow, \uparrow, \uparrow\}$, which includes most of the newly formed in 2017 UTC. When forecasting their development dynamics, it is possible to rely on the dynamics of those UTCs that belong to the relevant cluster, but were formed in 2015-2016.

Patterns can also be represented by bar charts, but it is better to observe the visualization of cluster formation using the method of parallel coordinates. For example, we present the diagrams in Fig. 3 and Fig. 4, which show the patterns of funding structure and development dynamics in 2018 of Odessa UTC, formed in 2016.

Structure and composition of UTC patterns of Odessa region for 2016-2018

Patterns (formed in 2018)	Name of UTC (year of formation 2015-2016)	Name of newly UTC (2017)
Funding structures		
{↓, ↑, ↓}	Novokalchevska, Konoplianska	
{↓, ↑, ↑}	Tuzlivska, Velykomykhailivska, Baltska, Marazliivska, Rozkvitivska	Kuialnytska, Starokozatska, Znamianska, Vylkivska, Yaskivska, Molohivska
{↓, ↓, ↑}	Shyriaivska	Berezivska
{↑, ↓, ↑}	Zatyshanska	Dalnytska, Maiakivska
Dynamics of development		
{↑, ↑, ↓}	Tuzlivska, Novokalchevska, Baltska, Konoplianska, Marazliivska, Rozkvitivska	
{↓, ↑, ↓}	Velykomykhailivska	
{↑, ↓, ↓}	Shyriaivska	
{↑, ↑, ↑}	Zatyshanska	
Reverse subsidy (–)		
{↓, ↓, ↓}	Biliaivska	{→, ↓, ↓}Avanhardivska
{↑, ↓, ↓}	Krasnosilkska	{↓, ↑, ↓} Shabivska

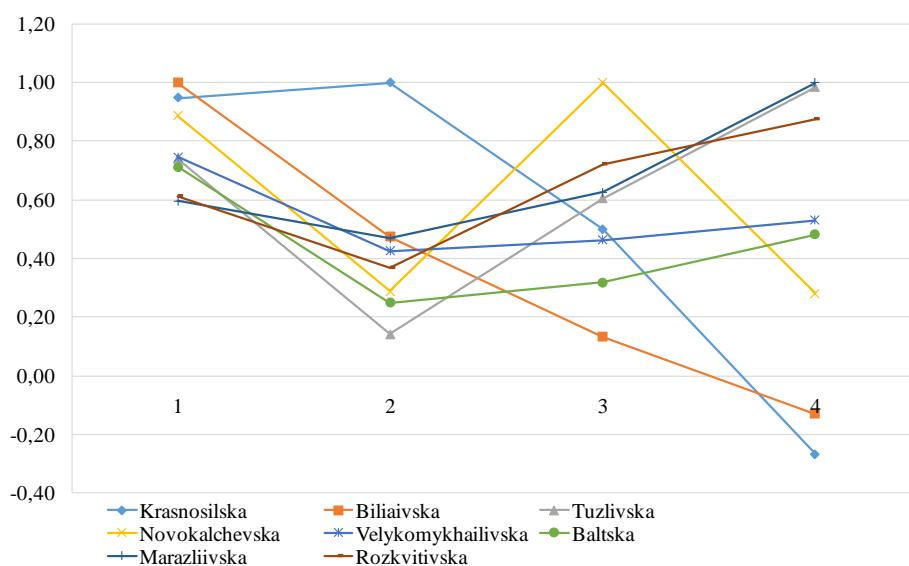


Fig. 3. Funding structure patterns in 2018 Odessa UTC, formed in 2016

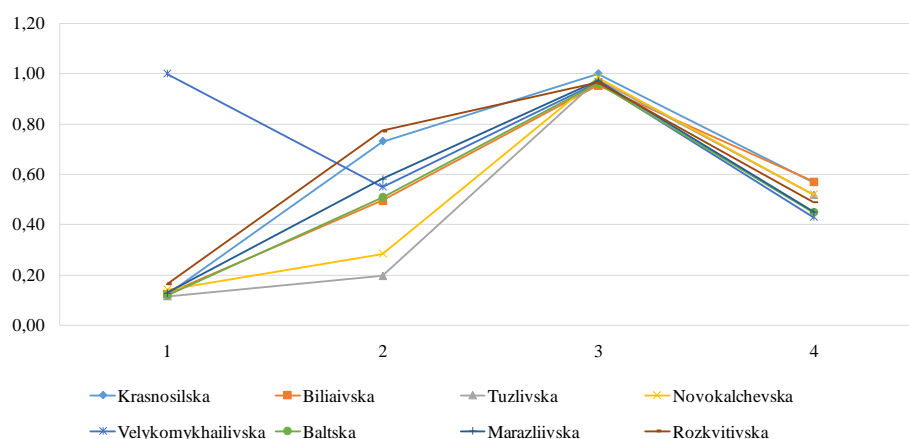


Fig. 4. Patterns of development dynamics in 2018 of Odessa UTC, formed in 2016

4.3. Dnipropetrovsk region UTC

The following are summary tables for the formation of associative rules for comparing UTC for predicting patterns of dynamics based on patterns of the structure according to the data of the Dnipropetrovsk region (Table 3).

According to Table 3, there are four powerful clusters of financing structure of Dnipropetrovsk UTC, which were formed in 2015-2016. We have clusters of financing structure and clusters of development dynamics. The largest in number of representatives is a cluster with a corresponding pattern $\{\downarrow, \uparrow, \downarrow\}$, it also includes six newly formed communities. There is also again a cluster with a pattern $\{\downarrow, \uparrow, \uparrow\}$, which includes eight representatives of UTC, which were formed in 2015-2016. The same cluster includes three newly formed in 2017 UTC. The dynamics of development suggests that most of the previously formed UTC form a large cluster with a pattern $\{\downarrow, \uparrow, \downarrow\}$. Therefore, when predicting the dynamics of newly formed UTC, we can take into account the attraction to this cluster.

The following figures show patterns of funding structures and development dynamics in 2018 of Dnipropetrovsk UTCs, formed in 2016 (Figure 5, Figure 6).

Structure and composition of UTC patterns of Dnipropetrovsk region
for 2016-2018

Patterns (formed in 2018)	Name of UTC (year of formation 2015-2016)	Name of newly UTC (2017)
Funding structures		
{↓, ↑, ↓}	Apostolivska, Novooleksandrivska, Solonianska, Varvarivska, Bozhedarivska, Tomakivka, Sofiivka, Krynychanska, Pokrovska, Rozdorska Novopavlivska, Velykomykhailivska	Zaitsivska, Mezshivska, Mykolaivska (Vasylkiv), Devladiivska, Raivska, Slavhorodska
{↑, ↑, ↑}	Hrushivska, Liashkivska, Nyvotrudivska, Novopokrovska, Sursko-Lytovska	Chervonohryhorivska, Kytaihorodska
{↑, ↑, ↓}	Sviatovasylivska, Vakulivska	Yurivska, Liubymivska, Loshkarivska, Saksahanska
{↓, ↑, ↑}	Tsyrchanska, Chkalovska, Myrivska, Vasylkivska, Lykhivska, Vyshnivska, Malomykhailivska, Aulivska,	Mezhyrivska, Shyrovivska, Ilarionivska
{↑, ↓, ↑}	Novolativska	
Dynamics of development		
{↓, ↑, ↓}	Apostolivska, Sviatovasylivska, Vakulivska, Liashkivska, Nyvotrudivska, Novopokrovska, Solonianska, Varvarivska, Bozhedarivska, Tsyrchanska, Tomakivska, Sofiivska, Vyshnivska Krynychanska, Chkalovska, Novopavlivska, Velykomykhailivska, Vasylkivska, Rozdorska, Lykhivska, Malomykhailivska, Aulivska,	
{↑, ↓, ↓}	Zelenodolska, Hrushivska	
{↓, ↑, ↑}	Sursko-Lytovska, Novolativska, Myrivska	
{↑, ↑, ↑}	Novooleksandrivska	
Reverse subsidy (–)		
{↓, ↑, ↓}	Bohdanivska, Verbykivska	
{→, ↓, ↓}	Slobozhanska	
{↑, ↑, ↓}	Mohylivska	Pershotravnevska, Mykolaivska

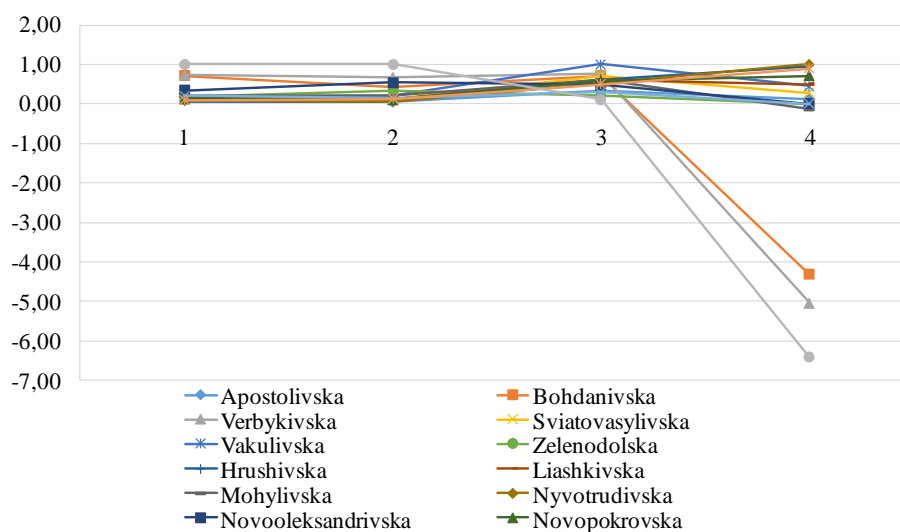


Fig. 5. Financing structure patterns in 2018 of Dnipropetrovsk UTCs, formed in 2016

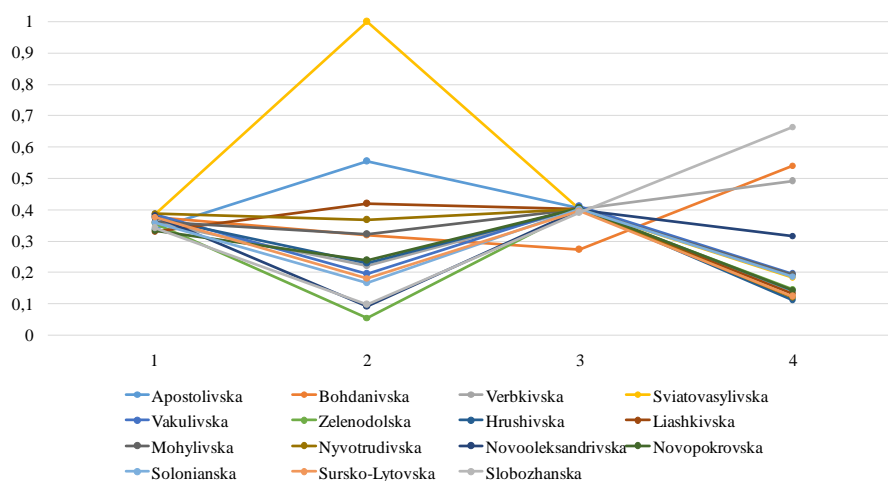


Fig. 6. Patterns of development dynamics in 2018 of Dnipropetrovsk UTCs, formed in 2016

Comparing the clusters of communities of the three regions, it can be argued that the greatest diversity and number of clusters are observed in the Dnipropetrovsk region, due to which it is the most successful object for observing the effectiveness of the patterning method in further research.

Conclusions

The methodology developed in this article makes it possible to analyze and compare the financial performance of the newly formed UTC with the results of other communities, both in their region and in the neighbouring one. An assessment of the current financial and budgetary state of UTC makes it possible to form sufficient resources to finance the priority areas of the socio-economic development of the community and to increase the efficiency of the use of budgetary funds. The tasks of the next stage of the study include several directions. First, an analysis of the new data for 2020 according to UTC, which were created in 2019-2020, to reveal how their budget has changed, as well as the dynamics of development and the funding structure of these UTCs. Second,, the automation of the pattern building process using the appropriate software. Further research will also focus on testing the effectiveness and stability of the templating method as a method for analyzing the structural features of UTC. The results of such an analysis will help predict revenues to the UTC budget and identify effective ways of development.

The work was carried out as the part of the research work «Multicriteria management of sustainable development of natural-economic system» at the National university of Kyiv Mohyla Academy.

REFERENCES

1. Camagni, R. Territorial capital, competitiveness and regional development. In: *Regions and Competitiveness* pp. 232–244. Edward Elgar Publishing Limited (2017). <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781783475001/9781783475001.00016.xml>
2. Vendrell-Herrero, F., Wilson, J. R.: Servitization for territorial competitiveness: Taxonomy and research agenda. *J. Competitiveness Review: An International Business Journal*, vol. 27, pp. 2-11. (2017).
3. Valdaliso, J. M., Wilson, J. R. (Eds.). *Strategies for shaping territorial competitiveness*. Routledge, London. (2015).
4. The European Regional Competitiveness Index 2019. European Commission (2019). https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2019_03_rci2019.pdf
5. European Regional Competitiveness Index. European Commission (2016). https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/maps/regional_competitiveness/2016/

6. Li, G., Guob, F., Dic, D. Regional competition, environmental decentralization, and target selection of local governments (2020). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142536>
7. Swianiewicz, P., Łukomska, J. Local Tax Competition in Poland? *J. Miscellanea Geographica* (2016). <https://doi.org/10.1515/mgrsd-2016-0018>
8. Djenouri, Y., Belhadi, A., Djenouri, D., Lin, J. C. W. Cluster-based information retrieval using pattern mining. *J. Applied Intelligence*, pp. 1-16 (2020) <https://link.springer.com/article/10.1007/s10489-020-01922-x>, last accessed 2020/02/20
9. Hamza, H., Fayad, M. E. A pattern language for building stable analysis patterns. In 9th Conference on Pattern Language of Programs, pp. 1-35 (2002) <https://hillside.net/plop/plop2002/final/PLoP02-A%20Pattern%20Language%20for%20Building%20Stable%20Analysis%20Pattern.fnl.pdf>, , last accessed 2020/02/20
10. Alemna, D., Haynes, P. Using dynamic pattern synthesis for macro-economic analysis and publicpolicy research (2019) <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21869.23528>
11. Lokanan, M. E. Data mining for statistical analysis of money laundering transactions. *J. of Money Laundering Control*. 22 (4), pp. 753-763 (2019). <https://10.1108/JMLC-03-2019-0024>
12. Aleskerov, F. T. Belousova, V. Yu. Ehorova, L. V. Myrkyn, B. H Analyz patternov v statyke y dynamyke chast 1 obzor lyteratury y utochnenye poniatyia // *J. Business Informatics*. 3 (25), pp. 3-18. (2013)
13. Aleskerov, F. T., Belousova, V. Y., Egorova, L. V., Mirkin, B. G. Analyz patternov v statyke y dynamyke chast 2 prymary prymenyenia k analyzu sotsyalno-ekonomycheskykh protsessov // *J. Business Informatics*. 4 (26), pp. 3-20. (2013)
14. Burda M. Yu. Miry subiektyvnoi tsikavosti paterniv u konteksti doslidzhennia danykh In Proc. of the XV Ukrainian scientific-practical conference of students, postgraduate students and young scientists Theoretical and applied problems of physics, mathematics and informatics, Kyiv, Ukraine, (2017)
15. Wang K., Zhou S., Han J. Profit mining: from patterns to actions. *Advances in Database Technology. EDBT 2002*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 70–87. (2002)
16. Myachin, A. L. Analyz patternov poriadkovo–ynvaryantnaia pattern–klasteryzatsyia [Pattern analysis: order-invariant pattern clustering]. *J. UBS*. 61, pp. 41–59. (2016)
17. Jiawei Han, Micheline Kamber, and Jian Pei. *Data Mining: Concepts and Techniques*. University of Illinois at Urbana-Champaign & Simon Fraser University. (2010)
18. Khoroshevsky, V. F. Ob odnom metode semantycheskoi ynterpretatsyy patternov danykh na osnove strukturnoho podkhoda: preprint WP7 / 2012/08 [Text]. Nat. research. University "Higher School of Economics". (2012).
19. Agrawal, R., Srikant, R. Fast Discovery of Association Rules, In Proc. of the 20th International Conference on VLDB, Santiago, Chile, September (1994)
20. Bakurova, A.V. Analiz strukturnykh osoblyvostei rozvitku spilnot Zaporizkoi oblasti In *Naukovo-praktychna Internet-konferentsiia «Psykhologo-pedahohichni Aspekty Navchannia Doroslykh U Systemi Neperervnoi Osvity»*, Bila Tserkva, Ukraine. (2020).
21. Decentralization: decentralization.gov.ua, last accessed 2020/01/20
22. Openbudget: openbudget.gov.ua, last accessed 2020/01/20

ГЛАВА 2

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Feature engineering на базе динамических факторов для прогнозного моделирования развития и эволюции экономических систем

Введение

В эконометрическом моделировании актуальной является проблема обоснования спецификации модели, выбора информативных предикторов и формирования рациональной совокупности экзогенных переменных. Настройка размерности и структуры предикторных пространств – наиболее инновационная составляющая модельных технологий Data Mining, Data Science, Machine Learning. Широкое разнообразие и мощность современных алгоритмов проектирования и отбора признаков (Feature Engineering), реализованных в многочисленных фреймворках и библиотеках машинного обучения, определяют стремительные успехи прогнозного моделирования для множества классов задач [1, с. 9 - 41].

Целью проектирования и отбора признаков является предотвращение эффекта переобучения, достижение большей компактности модели за счет удаления избыточных регрессоров, снижение размерности пространства признаков, построение классификаторов, обоснованная интерпретация, визуализация.

Конструирование пространства признаков целесообразно рассматривать в актуальной парадигме обучения моделей на данных. В результате обучения и проектирования признаков исходные данные соотносятся с целевой переменной, добавляются внешние источники данных, в том числе неструктурированных. Генерирование векторов признаков позволяет агрегировать данные, например, потоковые, содержащие тексты, временные

ряды, изображения, видео, сведения из журналов событий, истории посещения сайтов и т.д. [2].

Экосистема DS/ML – моделирования в настоящее время активно развивается в направлении Learning Feature Engineering (LFE). После обучения модели на большом количестве признаков можно "вручную" или автоматически (AutoML) отобрать их подмножество, которое имеет наибольшую прогностическую ценность и хорошо обуславливает тенденции и шаблоны в данных. Базовым инструментарием является препроцессинговая трансформация числовых и категориальных признаков, пошаговые процедуры перебора и исключения, взвешивание признаков в регрессиях и деревьях решений, методы анализа главных компонент и факторного анализа, ансамблевые технологии, процедуры извлечения элементов изображений и текстовых последовательностей на базе глубокого обучения [3].

Технологии LFE, изначально разрабатываемые для перекрестных данных, становятся особенно востребованными для прогнозного моделирования временных рядов. При анализе одномерных рядов для всего временного ряда, либо только для скользящих или расширяющихся окон обычно генерируются признаки на базе описательных статистик, физических показателей нелинейности и сложности системы, а также измеряющие периодичность поведения данных в пределах временного ряда, периодограммы [4, p. 259–289].

В настоящее время LFE-исследования в области моделирования динамики развития и эволюции экономики в числе базовых методов используют кластерный анализ временных рядов, в том числе анализ сходства по метрикам расстояний, например, метрике динамической деформации времени (Dynamic Time Warping – DTW). Для моделирования динамических процессов, зафиксированных в виде последовательностей наблюдений во времени наиболее перспективны модели глубокого обучения Deep Learning на базе рекуррентных нейронных сетей [4, p. 289–342].

В данной работе рассматривается LFE – подход на базе динамических факторов, которые извлекаются в процессе динамического факторного моделирования на данных временных рядов.

Состояния динамической системы, состоящей из N элементов, в произвольный момент времени t определяются набором k величин (в общем случае $k \neq N$), каждая из которых может быть скаляром, вектором, матрицей или функцией. В реальных системах конкретные состояния обычно связаны с наблюдаемыми количественными характеристиками, которые принято называть показателями динамической системы. Показатели $y_j = y_j(t)$, $j = 1, 2, \dots, k$, задающие текущие значения соответствующих индикаторов или индексов представляются в виде временных рядов [4, р. 259–289], под которыми понимают некоторые числовые последовательности вида

$$y_j(t) = \{y_j(t_1), y_j(t_2), \dots, y_j(t_i), \dots, y_j(t_n)\}^T, \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

где верхний индекс «Т» указывает на транспонирование, n – количество точек наблюдений t_i из временного промежутка $[0, T]$, $T = t_n$, на котором рассматривается эволюция системы, и значения t_i выбирается, как правило, с равномерным шагом $\Delta t = t_{i+1} - t_i$. Таким образом, текущее состояние системы можно задать панельными данными [5, с. 15–16], которые образуют прямоугольную матрицу наблюдений

$$Y = \|y_{ij}\| = \begin{vmatrix} y_1(t_1) & y_2(t_1) & \dots & y_k(t_1) \\ y_1(t_2) & y_2(t_2) & \dots & y_k(t_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1(t_n) & y_2(t_n) & \dots & y_k(t_n) \end{vmatrix}. \quad (2)$$

В формальные определения динамической системы, как правило, включают:

1) множество возможных состояний D , называемое пространством состояний или фазовым пространством динамической системы;

2) оператор эволюции U , ставящий в соответствие каждому состоянию $x \in D$ системы в начальный момент времени $t = 0$ и каждому последующему моменту времени $t > 0$ новое значение состояния $U(x, t) \in D$.

Классификация динамических систем основана на способе задания состояний систем, свойствах оператора эволюции и методах его описания, определении зависимостей показателей от времени и т.д. В зависимости от этого различают непрерывные и дискретные, линейные и нелинейные, открытые и замкнутые, консервативные и диссипативные системы.

Если известен оператор эволюции, то состояния системы становятся полностью определенными. Например, так как движение планет солнечной системы в любой момент времени определяется законами Ньютона, то оператор эволюции можно построить при решении соответствующих начально-краевых задач для систем дифференциальных уравнений движения.

Вместе с тем, существует множество динамических систем, таких как, например, биологические, социально-общественные или экономические, состояния которых можно определить только эмпирически, в процессе наблюдений. В этом случае оператор эволюции неизвестен, а его определение весьма затруднительно, если вообще возможно. В обоих случаях элементы матрицы (2) можно считать, в общем случае, известными: для произвольного момента времени в случае известного оператора эволюции и в заданном временном интервале в случае эмпирических динамических систем. При этом, на наш взгляд, заслуживающим внимания является описание и прогнозирование динамики соответствующих временных рядов, порождаемых этими системами.

В нашем случае рассматриваются динамические экономические системы. Будем рассматривать их как совокупность конечного числа временных рядов и считать эту систему замкнутой, исключив взаимодействие с окружающей средой. Задача состоит в построении подходящей модели для описания динамики таких систем и, в частности, их поведения в будущем.

Важнейшим свойством динамических систем является свойство инерционности [6, с. 357–358; 7, с. 3], наиболее ярко нашедшее свое отражение, в законе инерции для механических систем. В общем случае, инерционность – это свойство объекта, характеризующее значение вектора состояний выхода \bar{y} в момент времени t , которое зависит не только от значения вектора состояний входа \bar{x} в этот же момент времени, но и от всей либо части его предыстории. Для динамических систем векторы входа и выхода являются функциями времени. Указанное свойство инерционности является фундаментальным при рассмотрении эволюции динамических экономических систем, и поэтому является основой разработанной модели. Это означает, что вся необходимая информация содержится в самих временных рядах, и нужно только правильно ею воспользоваться.

Инерционные динамические системы в линейном случае описываются векторными интегралами типа свертки (интегралами Дюамеля):

$$\bar{y}(t) = \int_0^t H(t - \tau) \bar{x}(\tau) d\tau. \quad (3)$$

Переменная интегрирования τ , изменяется согласно (3) в пределах от 0 до t , и при этом вектор $\bar{x}(\tau)$ принимает все значения от начального $\bar{x}(0)$ до конечного $\bar{x}(t)$. Эти значения «суммируются» с весовой матрицей $H(t - \tau)$, которая при не стационарности объекта, будет зависеть не только от разности $t - \tau$, но и явно от времени t , то есть, $H = H(t, t - \tau)$.

При замене интегрирования в (3) определенными квадратурными формулами, для учета инерционности в случае динамической системы с дискретным временем, получаем модели векторной авторегрессии VAR (*Vector AutoRegression*) или более совершенные модели со скользящим средним ARMA (*AutoRegression with moving average*) [8, с. 63–98; 9, с. 14–29]. В этих моделях описания совместной динамики системы временных рядов вектор состояния (текущие значения показателей) определяются прошлыми значениями этих же временных рядов. С использовани-

ем векторов $y_t = [y_t^1, y_t^2, \dots, y_t^n]^T$ для каждого временного ряда модель можно записать в векторной форме:

$$y_t = a_0 + \sum_{m=1}^p A_m y_{t-m} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где A_m – матрицы коэффициентов, ε_t – вектор ошибок.

Основные проблемы, присущие этим моделям, связаны с резким ростом количества неизвестных параметров при увеличении анализируемых временных рядов. Обычно панельные данные, составленные из экономических показателей, могут иметь до нескольких тысяч элементов, а матрица $\|y_{ij}\|$ – соответствующую размерность. Поэтому, при таком количестве неизвестных, модели авторегрессий становятся неэффективными, а при превышении числа переменных над количеством наблюдений их применение оказывается вообще невозможным. Указанные обстоятельства стимулировали разработку новых моделей для анализа информации с большим количеством данных с использованием так называемых, диффузных индексов (*diffusion indexes*) [10, р. 7]. Это направление получило название динамического факторного анализа (ДФА) [11, с. 3], а определяющая его идея основывается на следующем предположении (гипотезе): *динамика большого числа выбранных экономических показателей (наблюдаемых и ненаблюдаемых переменных) может быть адекватно описана существенно меньшим числом новых ненаблюдаемых переменных*. Следовательно, информация, присущая объемным панельным данным, может быть сконцентрирована в динамических факторных моделях значительно меньшего размера. Например, если существует некоторая функция многих переменных

$$\Psi(y_j) = \Psi(y_j(t)) = \Psi(t), \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad (5)$$

описывающая состояние динамической экономической системы в произвольный момент времени, то построение динамической факторной модели состоит в сокращении количества переменных в уравнении (5), то есть

необходимо, исходя из уравнения (5), уменьшить количество переменных и найти приближенную зависимость типа

$$\Psi(t) = \Psi(y_j(t)) \approx \Phi(F_m(y_j)) = \Phi(t), \quad (6)$$

где $m = 1, 2, \dots, M$ и $M \leq k$ – максимально возможное число факторов.

Функции $F_m(y_j)$ заданных временных рядов получили название динамических факторов. Они описывают совместные изменения показателей во времени и в совокупности позволяют полностью моделировать и прогнозировать динамику системы. Следует подчеркнуть, что если диффузные индексы представляют собой некоторые средние значения выбранных временных рядов, то динамические факторы являются их функциями. При этом, принципиальное отличие модели эволюции динамических экономических систем в методе ДФА от классических $AR(L)$ схем состоит в том, что для учета динамических изменений в них используются не сами показатели, а динамические факторы, аккумулирующие информацию о поведении всей системы в целом.

Цель статьи состоит в возможности продемонстрировать эффективность использования динамического факторного анализа при построении моделей экономических систем для описания их динамики в исследуемом временном интервале и нахождении прогнозных значений показателей.

Модель динамического факторного анализа (ДФА)

Концептуальные положения построения модели ДФА, сочетающие в себе методы классического факторного анализа и векторной авторегрессии, описаны в [10, с. 20–21; 12, с. 198], а в [13, с. 90–92; 14, с. 120–125] приведена общая схема их построения.

В моделях факторы представляются линейной комбинацией заданных или резидуальных $y_i^{(m-1)}$ [14, с. 122] рядов,

$$F_m(t) = \sum_{i=1}^k a_{im} y_i^{(m-1)}(t), \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad (7)$$

Временные изменения в модели учитываются $AR(L)$ оценками m -го фактора

$$\hat{F}_m(t) = c_{m0} + \sum_{l=1}^L c_{km} F_m(t-l), \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad (8)$$

где c_{m0}, c_{km} – коэффициенты авторегрессии.

В свою очередь временные ряды посредством уравнений линейной регрессии

$$\hat{y}_i(t) = d_{i01} + d_{i02} + \dots + d_{i0M} + \sum_{m=1}^M d_{im}(t) F_m(t), \quad i = 1, 2, \dots, k, \quad (9)$$

выражаются через факторы, представляя собой некоторую аппроксимацию или оценку заданных рядов.

В реализованном алгоритме факторы определяются последовательно один за другим, и для нахождения неизвестных коэффициентов в уравнениях (7)–(9) на каждом шаге отыскивается минимум целевой функции $\Phi_m = \Phi_m(a_{1m}, a_{2m}, \dots, a_{km}, c_{1m}, c_{2m}, \dots, c_{Lm}, d_{1m}, d_{2m}, \dots, d_{km})$, принимаемой в виде, приведенном в [14, с. 123]. Минимизация этой функции, которая включает в себя все наблюдаемые отклонения временных рядов и факторов от их оценок, позволяет одновременно определить необходимые коэффициенты, а введение дополнительных параметров (весов) дает возможность более гибкого описания эмпирических данных.

В современной практике анализа временных рядов используется ретроспективная оценка прогноза, так называемый «*ex-post* прогноз» [4, р. 449–469; 15, с. 103–113], фактически являющийся некоторой имитацией процесса прогнозирования. В этом случае для оценивания качества модели применяют усеченные временные ряды, и результаты полученного «прогноза» по данным сокращенной системы наблюдений сравниваются с их фактическими значениями. Заметим, что возможность использования модели, определенной в процессе *ex-post* прогноза, в прогнозном временном интервале фактически остается ничем необоснованной.

Качество построенной модели будет определяться параметрами задачи нелинейного программирования, решение которой зависит от вы-

бранных значений весов w_0 , w_m , констант нормирования V_m , длины лага L , а также от отношения $\eta = T_1 / T$ между базовым T и контрольным T_1 периодами в *ex-post* прогнозе. Ошибки прогноза будут функциями этих параметров.

В используемых моделях при нахождении прогнозных значений принимается предположение о динамической инвариантности исследуемой системы, то есть считается, что функциональные связи между показателями, которые существовали в период наблюдений, будут сохраняться и во временном промежутке, выбранном для прогнозирования. Это означает, что уравнения (8), (5) можно применять также при значениях времени $t > T$. Прогноз для каждого ряда $\hat{y}(t)$ строится после нахождения прогнозных значений факторов $\hat{F}_m(t)$ с помощью уравнений (9), в которые вместо факторов подставляются их прогнозные оценки.

При реализации схемы *ex-post* прогноза фактические значения всего периода наблюдений известны, и это позволяет определить ошибку прогноза Δ_i как разность фактического $y_i = y(t)$ и $\hat{y}_i = \hat{y}(t)$ прогнозного уровней $\Delta_i = y_i - \hat{y}_i$. Для каждого ряда будем иметь $n - p$ (n – число точек наблюдения, p – число точек в интервале прогнозирования) ошибок. Для оценивания точности прогноза можно использовать обобщающие оценки: среднюю абсолютную и квадратичную ошибки. Также, на практике, для сравнения различных прогнозных моделей используют ошибки аппроксимации $\bar{\Delta} = \sum |\Delta_i| / (n - p)$ $S = \sqrt{\sum \Delta_i^2 / (n - p)}$.

Для достижения поставленной цели, т.е. для демонстрации эффективности разработанных концептуальных подходов представим основные результаты, полученные на базе построенных моделей различных ЭДС.

Моделирование динамики мировых фондовых индексов

Экономическая система, состоящая из совокупности некоторых основных мировых фондовых индексов рассмотрена в [12, с. 198–201]. Индекс – это коэффициент, динамика которого показывает изменение стои-

мости определенной группы ценных бумаг, например, всемирно известный индекс Доу Джонса (Dow Jones Industrial Average) охватывает 30 крупнейших компаний США. Именно индексы позволяют судить об общем направлении движения выбранного портфеля активов, хотя цены акций внутри него могут изменяться в разных направлениях. Существующие многочисленные (несколько тысяч) фондовые индексы при исследовании обычно разделяют на группы по различным критериям, например, это могут быть индексы компаний различных стран: США, Японии, Китая и т.д. Построенная модель динамической экономической системы включала шесть из десяти основных мировых фондовых индексов: Dow Jones Industrial Average, Nasdaq Composite, Standard&Poor`s 500, FTSE 100, DAX и CAC 40.

Для анализа был выбран период продолжительностью в 10 месяцев с марта по декабрь 2016 г. (Данные, доступные во время написания статьи). При построении модели ДФА учитывались три фактора и три единицы запаздывания. Прогнозирование выполнялось на три единицы вперед, т.е. на январь, февраль и март 2017 г. Известные значения индексов за январь и февраль 2017 г. использовались в качестве контрольных значений для оценивания прогноза.

В построенной модели значения весов в целевой функции определяются при минимизации ошибки одного из показателей. В результате получена некоторая аппроксимация заданных временных рядов, и найденные веса определяют поведение всей системы в целом. Настройка на другие показатели приводит к другим значениям весов и соответственно изменяет аппроксимацию. Было показано, что минимальная ошибка дает наилучшую аппроксимацию только для выбранного ряда, а для других показателей может наблюдаться весьма значительная ошибка.

Нами получены результаты аппроксимации и прогноз для каждого временного ряда отдельно при настройке модели на разные показатели. На рис. 1, 2 в качестве иллюстрации приведены графики для индексов DJIA и CAC 40, заимствованные из статьи [12, с. 200, 202, 203]. Кривые отмечены

однозначными и трехзначными числами: одиночные числа – данные наблюдений; в трехзначных числах первые две цифры указывают, что это аппроксимация показателя с соответствующим номером, последняя цифра указывает, по какому ряду проводилась минимизация; буква «Э» возле цифры указывают, что это наблюдаемые контрольные значения. Например, 1 – заданные значения (отмечены маркерами); 111 – аппроксимация первого ряда при настройке модели на первый временной ряд; 112 - аппроксимация того же ряда при настройке модели на второй временной ряд; 113 - аппроксимация при настройке модели на третий временной ряд и т.д., 1Э – контрольные значения первого показателя. Все результаты получены для временных рядов, нормированных своими средними значениями, найденными по данным базового промежутка, поэтому на графиках представлены безразмерные величины.

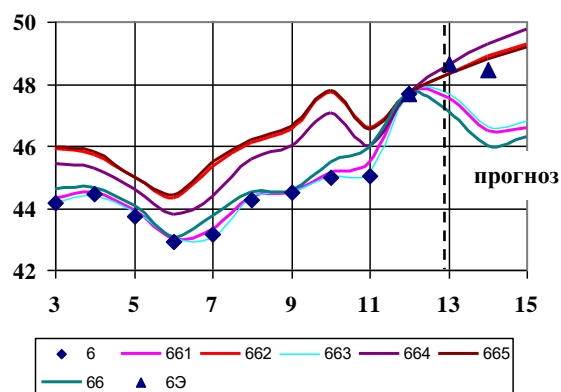
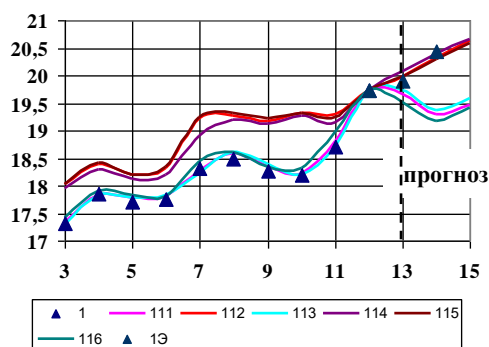


Рис. 1. Динамика индекса Dow Jones

Рис. 2. Динамика индекса S&P 40

Источник: авторская разработка на данных из статьи [12, с. 200; 15 (эл. Ресурс)]

Таким образом, при моделировании получаем мультивариантный прогноз: по шесть прогнозных значений для шести рядов. Так как идентифицировать ряд, который определяет динамическое поведение системы, в целом не представляется возможным, целесообразно в качестве прогнозного значения использовать среднее арифметическое полученных значений. В табл. 1 приведены средние арифметические значения, полученные в процессе расчетов (прогноз) и контрольные значения показателей.

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Полученные по данным табл. 1 ошибки прогнозных значений анализируемой системы фондовых индексов, хотя и отличаются друг от друга, в целом достаточно малы и не превышают 3,1%. При этом максимальные ошибки получены для индекса DAX в январе 2017 г. и составляют 1,9%, а для данных за февраль 2017 г. максимальная ошибка для индекса Dow Jones DJIA и составляет 3,1%. Ошибки прогнозов других показателей меньше этих значений и, например, для первых четырех индексов в январе они не превышают 0,5%. Вместе с тем, ошибка прогнозов для всех индексов возрастает на следующем шаге, и поэтому для улучшения качества прогноза целесообразно использование рекурсивной схемы прогноза.

Таблица 1

Прогнозные и фактические значения индексов в контрольном периоде

Месяц 2016 г.	Индекс Dow Jones Industrial Average		Индекс Nasdaq Composite.		Индекс Standard&Poor`s 500	
	прогноз	факт	прогноз	факт	прогноз	факт
январь	19,81716	19,90052	55,39749	55,539	22,67665	22,7345
февраль	19,80292	20,43414	56,54156	57,684	22,84623	23,3097
Месяц	Индекс FTSE 100		Индекс DAX		Индекс CAC 40	
	прогноз	факт	прогноз	Факт	прогноз	факт
январь	71,83172	72,0824	11,4057	11,62011	47,92856	48,6366
февраль	74,11488	72,4042	11,47975	11,74543	47,66496	48,4669

Источник: авторская разработка на данных из статьи [8].

Важно отметить, что эффективность использования ДФА для моделирования рассмотренной системы мировых индексов подтверждается прогностической достоверностью построенной модели. При исследовании использованы данные сайта <http://www.ereport.ru/> [16], представляющие усредненные за месяц результаты ежедневных биржевых торгов. Поэтому, практическое применение разработанного метода прогнозирования связано с переходом на соответствующий временной шаг в режиме реального времени.

*Динамическая факторная модель макроэкономических показателей
некоторых европейских стран и бывших республик СССР*

В качестве второго примера приведем результаты, полученные в [13, с. 19–24] при моделировании динамики системы макроэкономических показателей, отражающих изменения в экономике некоторых стран Европы в течение последних 20 лет.

Для исследования была выбрана группа постсоветских республик: Латвия, Литва, Эстония, Белоруссия, Украина, постсоциалистическая Венгрия и капиталистическая Финляндия. Для анализа была составлена система из абсолютных макропоказателей, таких как номинальный ВВП, ВВП по ППС (паритету покупательной способности), объемы экспорта и импорта, а также общий внешний долг. На момент проведения анализа статистические данные были ограничены 2018 годом [16].

В процессе моделирования было рассмотрено изменение ВВП по ППС с 1997 по 2016 годы для всех, включенных в систему стран. Установлено, что, несмотря на разный объем ВВП и разное общественно-экономическое устройство стран, динамика его изменений достаточно близка. При существенном, почти монотонном, росте этого макроэкономического показателя к 2007 году, в более позднем периоде темпы роста существенно замедляются. Наблюдаются значительные колебания, наиболее заметные для Беларуси, Украины и Финляндии. При этом после 2013 года наблюдается падение объема ВВП для Украины, Беларуси и частично для Венгрии.

На 2008 и 2013 г. приходятся локальные максимумы, которые характерны для всех стран. Падение ВВП характерно в 2014, 2015 гг. для Беларуси, Украины и частично Литвы, в то время как для Финляндии и Венгрии, наоборот, даже наблюдался не только возрастание, но и ускорение его темпов. Заметим, что резкое изменение показателя для Украины, очевидно, связано с событиями 2014-2015 гг., которые также повлияли на экономику соседних стран. Совпадение максимумов и минимумов на приведенных в [13, с. 95] графиков позволяет предположить, что сходство дина-

мики ВВП рассмотренных стран обусловлено какими-то общими причинами, а возможно и внешним воздействием.

В процессе моделирования изучалось влияние состава системы, количества факторов и длины лага, а при нахождении прогнозных значений использовались различные концептуальные подходы к прогнозированию, интервальный и рекурсивный с усреднением прогнозных значений. Так, например, для макроэкономических показателей Эстонии построена модель ДФА из пяти показателей: номинального ВВП, ВВП / ППС, экспорта, импорта и внешнего долга (в % ВВП). Влияние состава системы показателей и количества факторов оценивалось при зафиксированном значении лага $L = 4$. Расчеты были выполнены для моделей с одним, двумя и тремя факторами соответственно. При разном количестве факторов находился усредненный прогноз на один шаг вперед (рис. 3–6). Сплошные линии на графиках соответствуют расчетным значениям временных рядов, а отмеченные маркерами – фактическим.

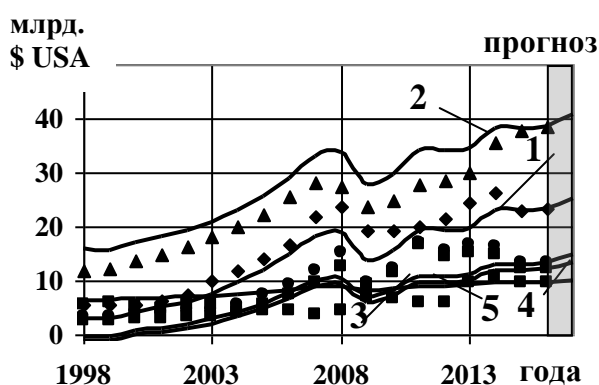


Рис. 3. Динамика макропоказателей экономики Эстонии и её описание однофакторной моделью:

1, \diamond – ВВП, 2, \blacktriangle – ВВП/ППС, 3, \blacksquare – экспорт, 4, \bullet – импорт, 5, \blacksquare – внешний долг.

Источник: авторская разработка.

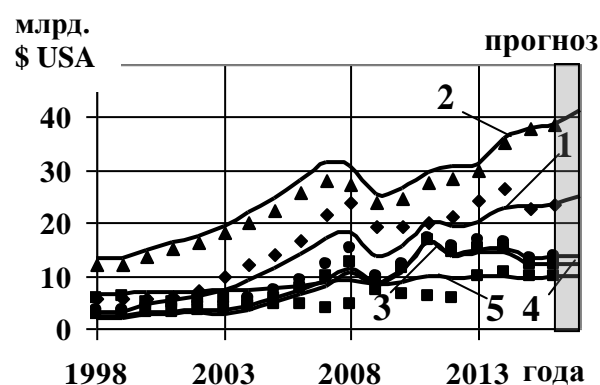


Рис. 4. Динамика макропоказателей экономики Эстонии и её описание двухфакторной моделью:

Из приведенных данных следует, что увеличение количества факторов значительно улучшает аппроксимацию динамики временных рядов, и для данной системы это особенно заметно при сравнении однофакторной и двухфакторной моделей (рис. 3 и рис. 4).

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

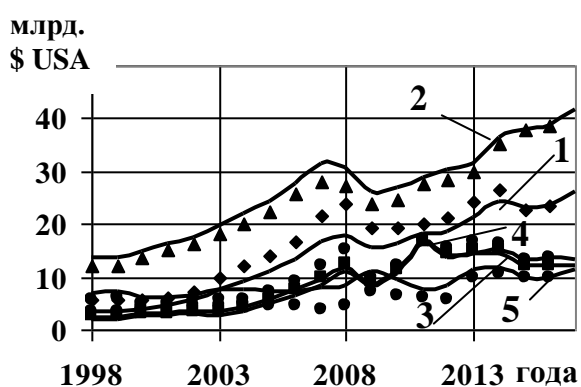


Рис. 5. Динамика макропоказателей экономики Эстонии и её описание трехфакторной моделью:

1, ◆ – ВВП, 2, ▲ – ВВП/ППС, 3, ● – экспорт, 4, ■ – импорт, 5, □ – внешний долг.

Источник: авторская разработка.

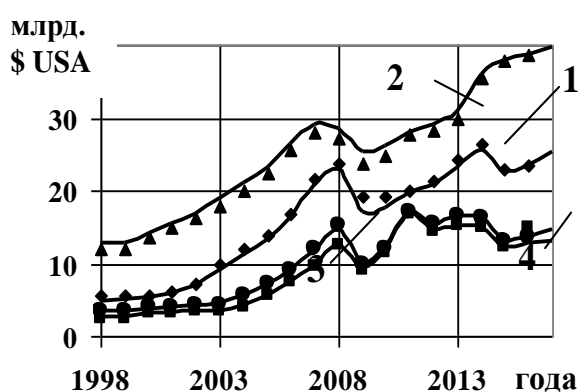


Рис. 6. Динамика макропоказателей экономики Эстонии и её описание трехфакторной моделью с четырьмя временными рядами:

1, ◆ – ВВП, 2, ▲ – ВВП/ППС, 3, ● – экспорт, 4, ■ – импорт, 5, □ – внешний долг.

Вместе с тем в процессе моделирования, при достаточно большом диапазоне весов, не удалось достичь удовлетворительной аппроксимации для каждого временного ряда в базовом периоде (рис. 5), и поэтому из исходной системы был исключен макропоказатель «внешний долг». Результаты расчетов для полученной таким образом системы из 4-х рядов при использовании трех факторов представлены на рис. 6, а сравнение с предыдущими результатами показало, что описание динамического состояния системы существенно улучшилось.

Также на примере показателей макроэкономики другой отдельной страны – Латвии – рассмотрим влияние длины лага. Первоначально в системе из пяти показателей, в отличие от Эстонии, макропоказатель «внешний долг» был заменен макропоказателем «население», была выбрана трехфакторная модель ДФА, а ее настройка на второй показатель минимизировала ошибку для всех показателей.

Вместе с тем, анализ в широком диапазоне весов показал, что системе из указанных пяти временных рядов не удастся адекватно смоделировать, и поэтому из нее был удален показатель «население». В этом случае удалось достичь удовлетворительного описания динамики временных ря-

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

дов, и это позволило оценить влияние длины лага. Некоторые результаты моделирования для системы из 4-х показателей, полученные для базового периода 1998-2016 г, представлены на рис. 7, 8: графики на рис. 7 соответствуют значению $L=3$, а на рис. 8 – $L=4$.

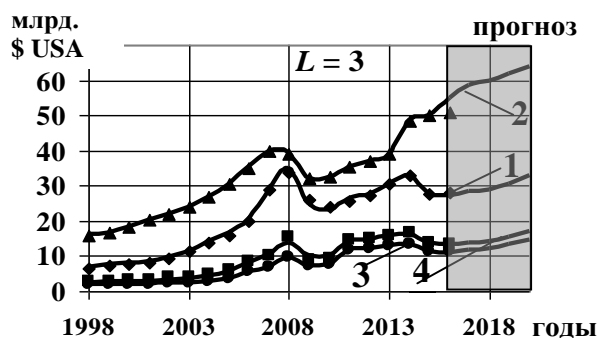


Рис. 7. Динамика макропоказателей экономики Латвии и её описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=3$:

1, \diamond – ВВП, 2, \blacktriangle – ВВП/ППС, 3, \blacksquare – экспорт, 4, \bullet – импорт.

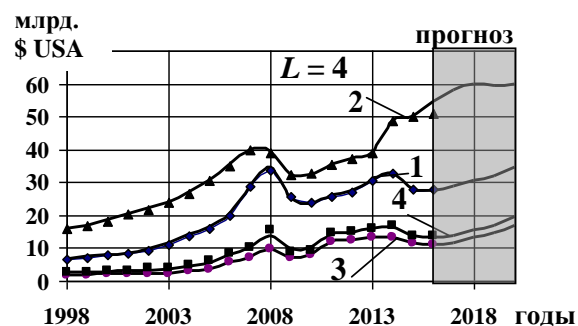


Рис. 8. Динамика макропоказателей экономики Латвии и её описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=4$:

Источник: авторская разработка

Найденные значения показателей в прогнозном периоде (2018 – 2020 гг.) и контрольные значения за 2017 г. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Прогнозные значения некоторых макроэкономических показателей Латвии при использовании интервального прогнозирования

Показатель	Прогнозные значения показателей на 2017–2020 гг., млрд. \$ США								Фактические значения показателей
	при $L = 3$				при $L = 4$				
Год	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017 г.
ВВП	29,21	29,25	29,92	30,71	28,60	30,40	31,86	34,40	30.3
ВВП/ППС	51,72	50,07	49,16	48,66	58,02	59,61	59,50	59,88	55,02*)
Экспорт	11,87	12,25	12,98	13,70	11,60	13,11	14,60	16,91	12.84*)
импорт	13,84	14,19	15,57	17,22	13,88	15,45	16,98	19,40	15.79*)

*) По данным сайта «CIA The World Factbook» [12].

Источник: авторская разработка на основе данных сайтов [12, 13].

Заметим, что значения показателей за 2016, приведенные в файлах [16, 17] несколько отличаются на момент получения этих данных за 2017 статистика на сайте [16] вообще отсутствовала, и поэтому для фактических значений показателей по 2017 приведены значения из [17].

В нашем исследовании модель, построенная с учетом трех факторов, хорошо описывает фактические временные ряды. Продолжительность лага почти не влияет на точность аппроксимации показателей в базовом временном интервале. Вместе с тем, прогнозные значения показателей существенно отличаются, и если для $L=4$ прогноз показывает существенный рост всех показателей, то для $L=3$ рост прогнозируется только для ВВП, экспорта и импорта, а для ВВП / ППС прогнозируется падение. При этом, например, относительные ошибки прогноза для ВВП / ППС составили:

$$\varepsilon_1 = -5,9\% \quad \text{и} \quad \varepsilon_2 = 5,4\% \quad \text{при } L=3 \text{ и } L=4$$

соответственно. Достаточно значительное расхождение прогнозных и фактических значений можно объяснить тем, что в базовых временных рядах использовались данные из [16], а для контрольных значений – [17].

Для показателей Венгрии также был определен интервальный прогноз на три года вперед. Рассматривалась система из тех же пяти показателей, что и для Латвии. После предварительных расчетов была выбрана трехфакторная модель. Результаты расчетов приведены в табл. 3 и на рис. 9.

Относительные ошибки прогноза на 2017 год составили для ВВП/ППС $\varepsilon = -4,1\%$, для экспорта $\varepsilon = -5,0\%$, для импорта $\varepsilon = -2,9\%$.

Сравнение интервального и рекурсивного прогноза на несколько шагов вперед выполнено на примере макропоказателей Финляндии (рис. 10–12). Для системы показателей были построены трехфакторные модели при $L=4$ на базовом периоде 1998 – 2015 гг. Графики для 4-х показателей (ВВП, ВВП/ППС, экспорт, импорт) приведены на рис. 10 и на удлинённом базовом периоде 1998 – 2016 гг. для пяти показателей (ВВП, ВВП/ППС, экспорт, импорт, внешний долг) – на рис. 11. На графиках также представлены интервальные прогнозы.

Прогнозные значения некоторых макроэкономических показателей
Венгрии при использовании интервального прогнозирования

Показатель	Прогнозные значения показателей (млрд. \$ США) на 2017–2019 гг., определенные на периоде 1998–2016 гг.			Фактические значения
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
ВВП	122,2	131,3	139,6	152,3
ВВП/ППС	277,8	286,5	287,3	289,6 ^{*)}
Экспорт	93,82	102,4	110,1	98,74 ^{*)}
Импорт	88,82	96,38	103,4	91,4 ^{*)}
Внешний долг	75,33	78,33	80,40	73,6

^{*)} По данным сайта «CIA The World Factbook» [16].

Источник: авторская разработка на основе данных из сайтов [16, 17].

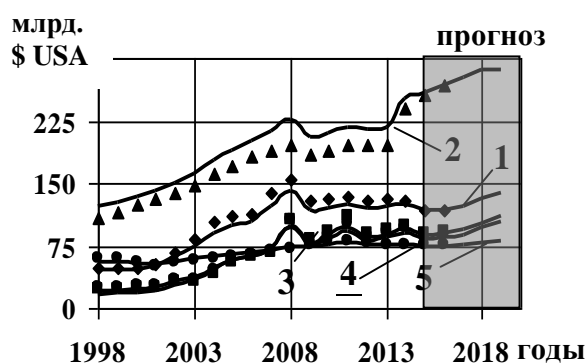


Рис. 9. Динамика макропоказателей экономики Венгрии и ее описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=4$:

1, \diamond – ВВП, 2, \blacktriangle – ВВП/ППС, 3, \blacksquare – экспорт, 4, \bullet – импорт.

Источник: авторская разработка

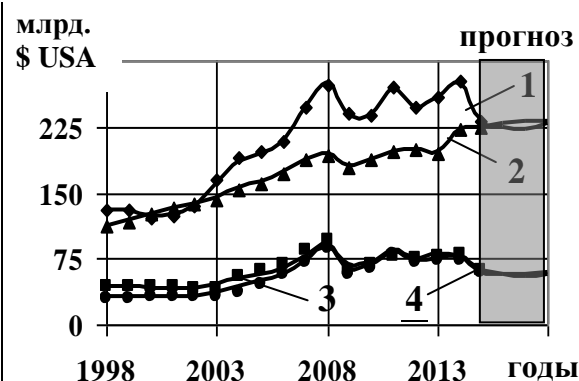


Рис. 10. Динамика макропоказателей экономики Финляндии и её описание трехфакторной моделью на базовом периоде 1998 – 2015 гг.

В табл. 4 приведены значения прогнозных показателей на три года, полученные с помощью применения двух способов прогнозирования. Для сравнения взяты фактические значения за два года прогнозного интервала.

Из полученных данных следует, что интервальные и рекурсивные прогнозы отличаются несущественно, а максимальное различие для показателей 2018 г. не превышает 1%. При этом ошибка интервального прогно-

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

за по сравнению с данными сайта [16] за 2016 для ВВП/ППС не превышает 0,5%, и составляет 1,8% для экспорта и 4,1% для импорта. Ошибки рекурсивного прогноза практически совпадают с этими оценками. Значения различных прогнозов на 2017 г. также совпадают, а ошибки по сравнению с данными сайта [17] составляют 3,4%, 4,6% и 4,5% для ВВП/ППС, экспорта и импорта соответственно.

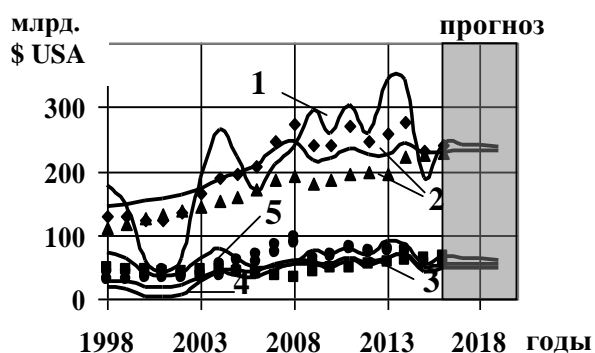


Рис. 11. Динамика макропоказателей Финляндии и её описание трехфакторной моделью на базовом периоде 1998 – 2016 гг.

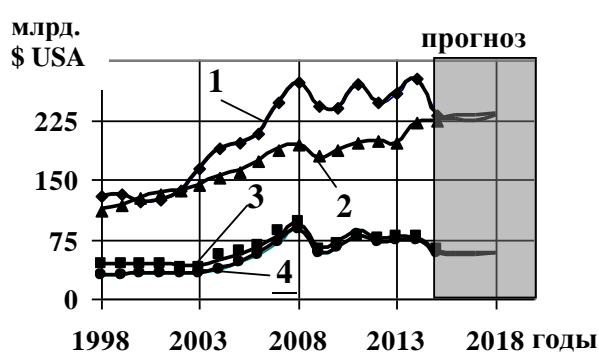


Рис. 12. Динамика макропоказателей Финляндии и её описание трехфакторной моделью с рекурсивным прогнозом

1, ♦ – ВВП, 2, ▲ – ВВП/ППС, 3, ■ – экспорт, 4, ● – импорт..

Источник: авторская разработка на основе данных из сайта [16]..

Таблица 4

Прогнозные значения некоторых макроэкономических показателей
Финляндии

Показатель	Прогнозные значения показателей (млрд. \$ США) на 2016–2018 гг., определенные на базовом периоде 1998–2015 гг.						Фактические значения показателей, млрд. \$ США	
	интервальный прогноз			рекурсивный прогноз				
Год	2016	2017	2018	2016	2017	2018,	2016	2017
ВВП	224,9	222,9	229,3	225,0	222,9	230,2	239,2	253,2
ВВП/ППС	230,0	231,5	232,4	230,0	231,5	232,2	230,0, 236,2*)	239,6*)
экспорт	58,12	57,11	58,69	57,99	57,11	58,21	57,1, 58,9*)	59,7*)
импорт	56,72	55,85	57,71	56,52	55,85	56,82	54,5, 57,2*)	58,5*)

*) По данным сайта CIA the World Factbook [17].

Источник: авторская разработка на основе данных из сайтов [16, 17].

Влияние продолжительности лага при разных базовых периодах наблюдений оценим на показателях экономики Украины. Рассматривались системы из пяти и четырех показателей и построены соответствующие трехфакторные модели. Было установлено, что при учете пяти показателей не удастся (в рассмотренном диапазоне весов) смоделировать систему с удовлетворительной точностью, и поэтому в дальнейшем рассматривались модели из четырех показателей. Результаты расчетов для двух значений лага приведены на рис. 13, 14 для базового периода 1998–2015 гг. и на рис. 15, 16 для расширенного базового периода 1998–2016 гг.

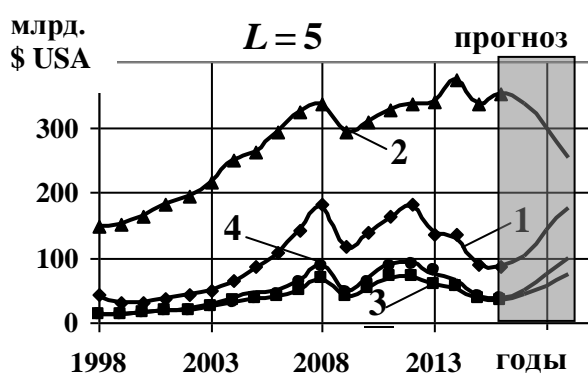


Рис. 13. Динамика макропоказателей экономики Украины и её описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=5$ при базовом периоде 1998 – 2015 гг.

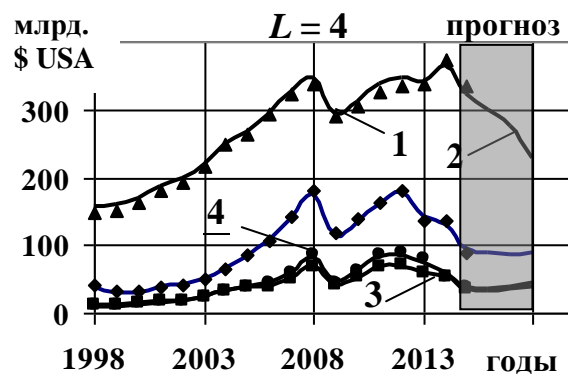


Рис. 14. Динамика макропоказателей экономики Украины и её описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=4$ при базовом периоде 1998 – 2015 гг.

1, \diamond – ВВП, 2, \blacktriangle – ВВП/ППС, 3, \blacksquare – экспорт, 4, \bullet – импорт.

Источник: авторская разработка.

Из полученных графиков следует, что, кроме показателя ВВП/ППС, прогнозы показывают рост соответствующих макропоказателей. Для рассмотренных значений результаты интервального и рекурсивного прогнозирования на базовом периоде 1998 – 2016 гг. практически совпадают (разница наблюдается в третьем десятичном знаке), но при использовании периода 1998 – 2015 гг. прогнозы поведения ВВП существенно отличаются (рис. 13 и рис. 14), и рост сменяется умеренным спадом.

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

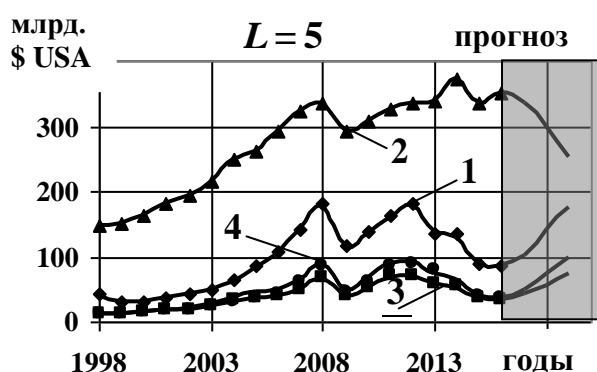


Рис. 15. Динамика макропоказателей экономики Украины и её описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=4$ на базовом периоде 1998 – 2016 гг.

1, \blacklozenge – ВВП, 2, \blacktriangle – ВВП/ППС, 3, \blacksquare – экспорт, 4, \bullet – импорт.

Источник: авторская разработка.

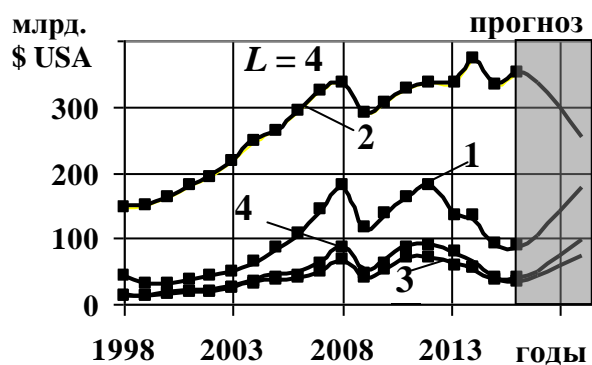


Рис. 16. Динамика макропоказателей экономики Украины и её описание трехфакторной моделью с интервальным прогнозом при $L=4$ на базовом периоде 1998 – 2016 гг.

1, \blacklozenge – ВВП, 2, \blacktriangle – ВВП/ППС, 3, \blacksquare – экспорт, 4, \bullet – импорт.

Результаты моделирования свидетельствуют о наличии определенных общих тенденций в динамике экономики рассматриваемых стран. Это побудило рассмотреть систему, составленную из ВВП/ППС семи различных стран, исследовать ее с использованием статистических данных за 1998-2017 гг. и получить прогноз на три последующих года (рис. 17, [13, с. 93]).

Были построены модели для разного количества факторов при значении лага $L=2$ с использованием рекурсивного прогноза. Расчеты показали, что удовлетворительная точность описания динамики системы достигается уже для однофакторной модели. Выше также отмечалось, что определенная аналогия в динамике ВВП / ППС может быть вызвана внешним влиянием. Поэтому дополнительно для оценивания такого влияния на рисунке показано изменение мировых цен на нефть марки Brent по данным статистики до 2018 г. включительно и этот показатель не входил в модельную систему показателей.

Из приведенных графиков следует, что для рассматриваемых стран наблюдается рост выбранного показателя. Рекурсивный прогноз также показывает увеличение ВВП/ППС для всех стран. Обращают на себя внима-

ние 2008 – 2009 гг., когда резкое падение мировых цен на нефть совпало с существенным падением ВВП/ППС, но вместе с тем, падение цен в 2014 г. не остановило его роста. Это свидетельствует не только о связи экономических показателей системы с мировыми ценами на нефть, но и о возможном влиянии и других внешних причин.

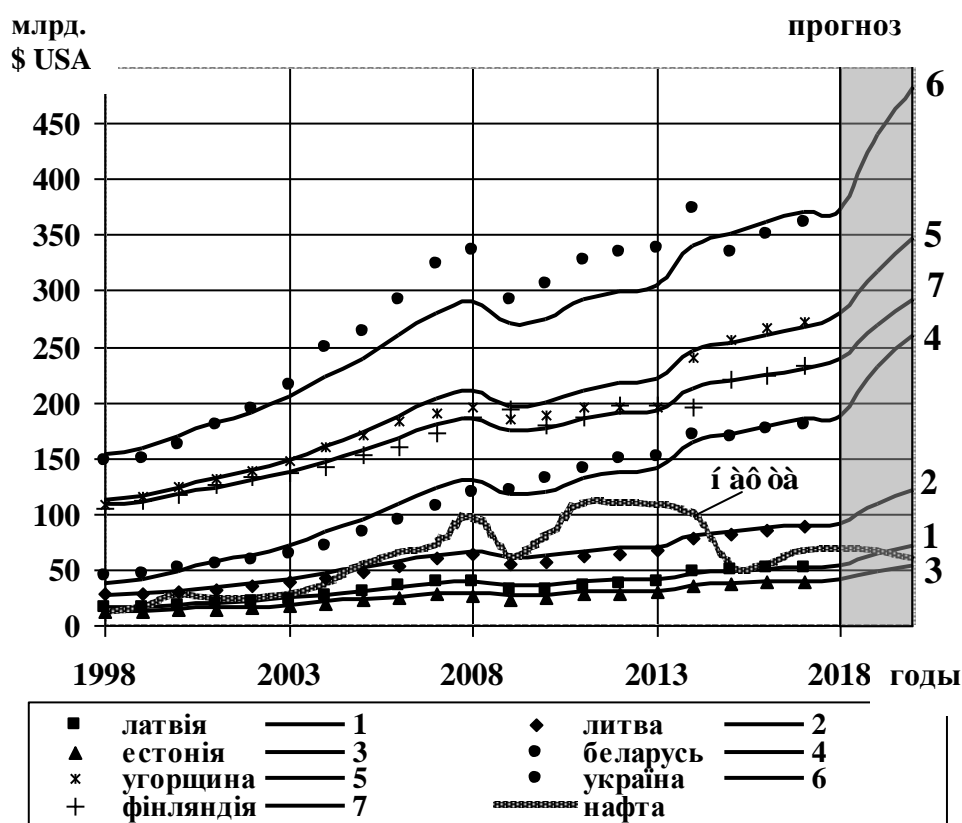


Рис. 17. Динамика ВВП/ППС некоторых стран и ее описание однофакторной моделью с рекурсивным прогнозом и мировых цен на нефть Бренд.

Источник: авторская разработка, использована в [10, с. 23].

Модель динамики курса основных криптовалют.

На базе динамического факторного моделирования нами была проанализирована динамика рынка криптовалют в Украине. Интерес к этому вопросу вызван тем, что на сегодняшний день цифровая экономика, базирующаяся на использовании компьютерных технологий в финансовой сфере, развивается ускоренными темпами. Проведение различных финансовых операций нуждается в оперативной информации об изменении курсов криптовалют как в ближайшем будущем, так и в перспективе. Однако,

в настоящее время работ, предметом научного поиска которых является моделирование тенденций рынка криптовалют явно недостаточно.

С момента появления в 2009 году первой криптовалюты – биткойна – на финансовом рынке обращается несколько тысяч криптовалют, и их количество продолжает увеличиваться. Поэтому на практике для возможности проведения экономического анализа такого большого количества валют на основе главных индикаторов рынка формируют инвестиционные портфели.

В процессе моделирования изменение курса криптовалют к доллару США рассматривалось с точки зрения динамики системы временных рядов с применением ДФА. Для удобства анализа, при рассмотрении динамики курса из десяти криптовалют с разной долей в портфеле инвестиций, было оставлено пять альткойнов, а именно: Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Bitcoin Cash (BCH), Litecoin (LTC) и Monero. Эти валюты имеют наибольшую стоимость и объем оборота по сравнению с другими. Таким образом, для анализа была сформирована динамическая экономическая система, состоящая из 10 показателей (спрос и предложение для пяти валют). Изменения курсов рассматривалось в течение десяти месяцев за период с 1 марта 2020 г. по 31 октября 2020 г. Заметим, что выбор временного промежутка в теоретических исследованиях общей динамики системы не имеет существенного значения, поскольку выявленные тенденции на рынке сохраняются в течение длительного периода. Для практического применения статистических данных, конечно, следует использовать ежедневную информацию.

Результаты биржевых торгов обновляются ежедневно, и в выбранном временном интервале накапливается значительное количество точек наблюдений. Вследствие эффекта потери памяти у временных рядов значительной длины получить долгосрочный прогноз с использованием этих данных становится проблематичным. С практической точки зрения наиболее интересным для инвестора является получение краткосрочного прогноза на ближайшие дни, но статистические данные показывают ежедневные

резкие колебания цен спроса и предложений. Из этого следует, что для дальнейших исследований временные ряды нуждаются в дополнительной обработке известными приемами сглаживания, но это, к сожалению, не решает вопроса о долгосрочном прогнозе. Поэтому для получения представления об эволюции динамических экономических систем в несколько отдаленном будущем предлагается рассматривать системы с увеличенным временным шагом, и для соответствующих уровней временного ряда принять их средние арифметические значения на выбранном новом интервале. Такая процедура будет несколько искажать истину, но зато появляется возможность в перспективе получить хотя бы ориентировочные значения показателей

Динамика системы в базовом периоде рассмотрена для систем с ежедневным и ежемесячным шагом по времени. Установлено, что на фоне общего роста цен на все криптовалюты происходят колебания курсов. Для кривых, построенных с мелким шагом по времени, наблюдается два типа колебаний: с короткими (несколько дней) и длительными (около месяца) периодами, а для кривых с шагом в один месяц сохраняется только последний тип колебаний. При этом на различных участках интервала наблюдений продолжительности периодов значительно отличаются друг от друга, а амплитуды колебаний составляют примерно 10% от базового значения временного ряда и оказываются также различными на разных участках интервала наблюдений.

Таким образом, можно утверждать, что после резкого падения курса в середине марта движение цен во времени определяется двумя главными составляющими: монотонным подъемом и колебаниями вокруг этой траектории. Это позволяет предположить, что анализ динамики системы с увеличенным шагом может стать весьма полезным при анализе динамики ЭДС и получении долгосрочного прогноза.

Рассмотрим влияние некоторых параметров моделей на качество описания динамических систем и полученных при этом прогнозов. Рассмотрим результаты, полученные с использованием интервального про-

гнозирования при анализе временных рядов с шагом длиной один месяц. При этом динамические системы для цен спроса и цен предложения рассматривались независимо и состояли из пяти криптовалют. Так как динамические изменения всех валют качественно повторяют друг друга, то для построения динамических факторных моделей целесообразно применение простой схемы построения с минимизацией ошибки для одного показателя.

Прогноз получен на три шага вперед, то есть до января 1921 включительно при учете двух факторов и двух единиц запаздывания. Результаты расчетов при минимизации ошибки по биткоину для цен спроса и предложения показаны на рис. 18, 19 соответственно. Для удобства построения всех графиков на общей координатной сетке цены на биткоин уменьшены в 10 раз. результаты аппроксимации показаны сплошными линиями, а данные наблюдений – маркерами.

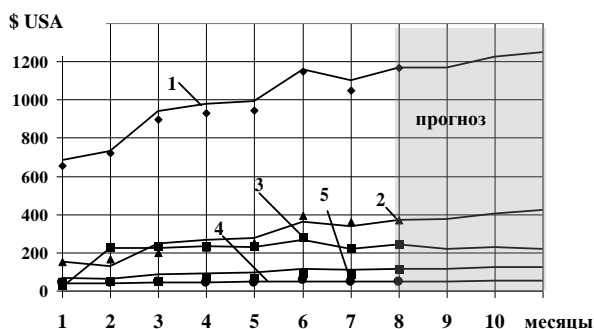


Рис. 18. Динамика и прогноз цен спроса на криптовалюты при шаге длиной один месяц:

1 – BTC/10, 2 – ETH, 3 – BCH, 4 – LTC, 5 – Monero.

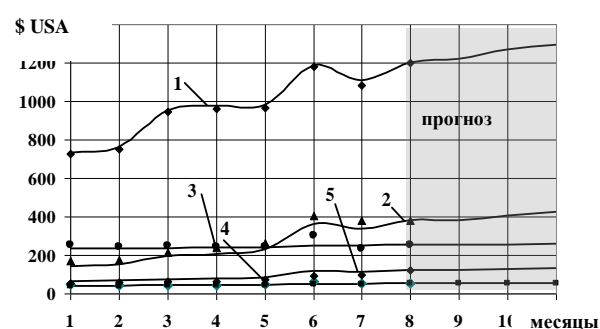


Рис. 19. Динамика и прогноз предложений на криптовалюты при шаге длиной один месяц:

Источник: авторская разработка.

Из рассмотренных графиков следует, что простые модели, построенные с использованием двух факторов, хорошо описывают заданные временные ряды и колебания цен. Расчеты показали, что продолжительность лага незначительно влияет на точность аппроксимации показателей в базовом временном интервале. Поскольку модель настроена на первый показатель, то двухфакторная модель, по сравнению с однофакторной, лучше ап-

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

проксимирует биткоин, особенно в точках экстремумов, но при этом незначительно ухудшается аппроксимацию других валют. Заметим, что для оценок достаточно ограничиться даже однофакторной моделью.

В прогнозном интервале (ноябрь, декабрь 2020 г и январь 2021 г.) модели предусматривают монотонное возрастание почти всех валют за исключением ВТН, и не прогнозируют никаких колебаний. При этом предполагается несколько больший рост цен предложений по сравнению с ценами спроса. Полученные при использовании однофакторной модели прогнозные значения средних цен спроса и предложений криптовалют представлены в табл. 5.

Таблица 5

Прогнозные значения цен спроса и предложений на разные криптовалюты
при интервальном прогнозировании

Валюта	средние цены предложений, \$ США, в			средние цены спроса, \$ США, в		
	ноябре	декабре	январе	ноябре	декабре	январе
BTC	12171,77	12706,45	12921,44	11520,66	11843,55	11937,27
ETH	378,75	406,66	423,610	366,20	387,30	390,33
ВТН	252,57	254,81	256,32	237,66	252,50	254,81
LTC	51,58	52,90	53,86	48,90	49,84	49,97
Monero	120,30	126,87	131,190	113,11	117,75	118,47

Источник: авторская разработка.

Далее рассмотрим результаты моделирования, полученные при расчетах с мелким шагом базового интервала в 41 день с 19 июля по 28 августа 2020 года, на котором наблюдается интенсивное изменение цен. Поскольку графики спроса и предложения качественно схожи, то в данном случае результаты приводятся только для цен спроса. Параметры модели настраивались на минимизацию ошибки для первого ряда – цены биткоинов, и при построении прогноза были использованы однофакторная и двухфакторная модели с двумя единицами запаздывания.

Результат расчетов показаны (рис. 20, 21) для однофакторной и двухфакторной моделей соответственно; сплошными линиями обозначены результаты расчетов, а пунктиром статистические данные. При построении

графиков на рис. 21 значение цен на биткоин на графике уменьшено в 20 раз. Прогнозный интервал в 5 дней с 29 августа по 2 сентября 2020 г. выделен цветом.

Сравнение полученных прогнозных значений с фактическими можно выполнить, используя результаты, представленные в табл. 6. Значения относительных ошибок в процентах приведены в скобках.

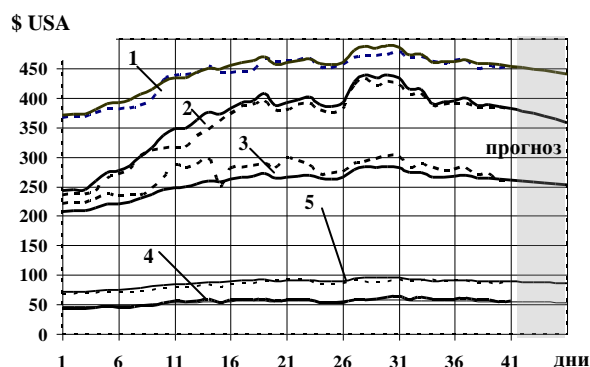


Рис. 20. Динамика и прогноз цен спроса при шаге длиной один месяц и однофакторном моделировании

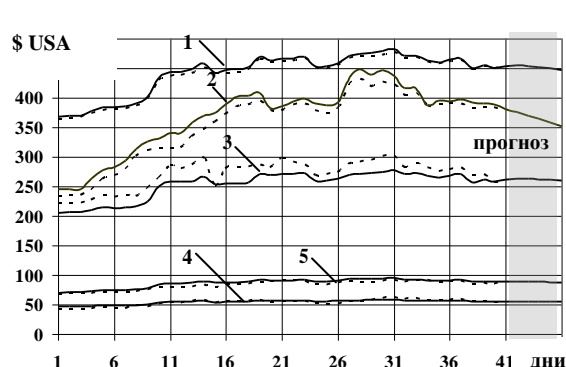


Рис. 21. Динамика и прогноз цен предложений при шаге длиной один месяц и двухфакторном моделировании

1 – BTC/20, 2 – ETH, 3 – BTH, 4 – LTC, 5 – Monero.

Источник: авторская разработка.

Таблица 6

Фактические значения, интервальные прогнозы и относительная ошибка цен спроса в \$ США при использовании однофакторной модели

Дата	BTC		ETH		BTH		LTC		Monero	
	Факт	Прогноз, ошибка	Факт	Прогноз, ошибка	Факт	Прогноз, ошибка	Факт	Прогноз, ошибка	Факт	Прогноз, ошибка
29.08	11476	9027,2 (20,9%)	395,10	377,47 (4,5%)	266,23	259,61 (2,5%)	56,95	55,08 (3,3%)	92,21	88,03 (4,5%)
30.08	11492	8977,8 (21,9%)	399,00	373,25 (5,9%)	267,79	257,98 (3,4%)	56,93	54,81 (3,7%)	92,51	87,49 (5,4%)
31.08	11639	8920,0 (23,3)	423,67	368,5 (13,0)%	272,96	256,15 (6,1)%	60,59	54,5 (9,0)%	93,03	86,88 (7,1)%
1.09	11616	8857,2 (23,8)	434,06	363,7,127 (16,3)%	269,74	254,13 (5,8)%	59,86	54,17 (9,0)%	91,56	86,20 (6,2)%
2.09	11334	8878,4 (26,0%)	436,34	357,47 (18,1)%	249,70	251,90 (0,9)%	56,66	53,80 (5,0)%	88,02	85,46 (3,0)%

Источник: авторская разработка.

Из анализа данных следует, что использованная модель с выбранными параметрами дает достаточно большие значения ошибки прогнозных значений для двух криптовалют BTC и ETH (более 20% для биткоина), но и достаточно хорошо согласуется с данными для других показателей. Это не соответствует результатам, представленным в [18, с. 88–89; 19, с. 202–203] для первых двух валют, и требует объяснения.

Расчеты показали, что точность прогноза не связана с величиной лага, так как увеличение количества единиц запаздывания приводит лишь к незначительному уменьшению ошибки, но прогноз падения курсов сохраняется, что противоречит данным статистики. Такое несоответствие возможно связано с неудачным выбором состава признаков, описывающих поведение динамической экономической системы. Действительно, в цитируемых работах временные ряды рассматривались независимо, а в разработанной модели ДФА система показателей анализируется в целом, выделяя общие закономерности эволюции. Результаты, полученные ранее [12, с. 201] для подобной экономической системы мировых биржевых индексов, наоборот, свидетельствуют о высокой эффективности ДФА при рассмотрении подобных систем. С другой стороны, возможно, полученное несоответствие объясняется тем, что система биржевых индексов успешно функционирует уже много десятилетий, а криптовалюты появились только в последнее время. Рынок криптовалют только развивается, и на нем возможны различные спекулятивные проявления, что может непосредственно или косвенно влиять на курсы криптовалют. Поэтому в этом направлении необходимы дополнительные исследования с целью выяснения причин несогласованности для возможности их учета и получения значений ошибок, допустимых для потенциального инвестора.

Сравнение результатов интервального и рекурсивного прогнозов, полученных различными методами, показывает, что значения средних цен спроса за месяц незначительно отличаются друг от друга. Отличие оказывается значительным в прогнозных месяцах и разным для разных валют, однако, в среднем не превышает нескольких процентов. Самая большая

разница наблюдается для криптовалюты Monero, достигая 16% в январе 1921 г.

Таким образом, изложенные результаты практического исследования по моделированию динамики выбранных криптовалют и определения прогнозных значений этих показателей, свидетельствуют о больших потенциальных возможностях моделей ДФА. В отличие от существующих инструментов прогнозирования отдельных временных рядов, при динамическом факторном моделировании рассматривается динамика системы в целом. Последнее позволяет выявить неявные (латентные) внутренние связи между показателями, которые проявляются при сравнении различных моделей.

Предложенный переход к увеличенному временному шагу с усреднением данных наблюдений на новых интервалах позволяет удалить нежелательные флуктуации и определить более общие динамические свойства показателей. На наш взгляд рассмотрение одних и тех же временных рядов с разными шагами по времени, может оказаться весьма полезным при их анализе. Реализованные в работе методы интервального и рекурсивного прогнозирования определяют различные прогнозные значения, что может свидетельствовать о неустойчивости рассматриваемой динамической экономической системы.

Хотя в работе не удалось получить достаточно малую ошибку прогноза, преимущества моделей ДФА стимулируют продолжение исследований рынка криптовалют путем совершенствования и разработки новых моделей с целью достижения прогнозных значений, которые удовлетворили бы потенциального инвестора. Уверенность в достижении такой цели дают результаты, получаемые при исследовании различных динамических экономических систем.

Выводы

Таким образом, приведенные результаты позволяют утверждать, что в рамках рассмотренного LFE-подхода разработаны инструменты динамического факторного моделирования на данных временных рядов, в частно-

сти, построен комплекс моделей ДФА. В отличие от существующих инструментальных подходов к анализу динамических экономических систем, у исследователя возникает возможность активного вмешательства в процесс построения соответствующих моделей для минимизации ошибки произвольно выбранного показателя в процессе проведения ex-post анализа. Заложенная в модели возможность минимизировать ошибку для определенного показателя дает возможность построить мульти вариантный прогноз для анализа нескольких возможных путей развития и эволюции системы. Во всех рассмотренных примерах ошибка прогноза отдельных показателей не превышала 5%, а для некоторых была менее 1%. Получение такого уровня достоверности прогнозов открывает новые возможности для анализа динамики произвольных динамических экономических систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition (Springer Series in Statistics) 2nd Edition, Kindle Edition by Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman 2016. – 737 p.
2. Zheng A., Casari A. Feature Engineering for Machine Learning: Principles and Techniques for Data Scientists. 1st Edition. O'Reilly Media; March 2018 – 325 p.
3. Feature Engineering and Selection: A Practical Approach for Predictive Models. Max Kuhn and Kjell Johnson. 2019-06-21. <http://www.feat.engineering/>
4. Nielsen A. Practical Time Series Analysis: Prediction with Statistics and Machine Learning. O'Reilly Media, 2019. — 500 p.
5. Ратникова Т.А. Фурманов К.К. Анализ панельных данных и данных о длительности состояний. Изд.дом Высшей школы экономики, 2014. – 373 с.
6. Сиднина В. Л. Инерционность как свойство экономической системы. Диссертация на степень доктора экономических наук. Энгельс: 2002, 398 с. – <https://www.dissercat.com/> – электронная библиотека диссертаций.
7. Муравьева М.П. Свойство инерционности в изучении проблемы управления социально-экономическими процессами рынка труда // Научный журнал «Инженерный вестник Дона», сетевое издание. – . 2013. – Номер 3. – 5 с.
8. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Под ред. В.Ф. Писаренко. – Вып. 1, 2. – М., Мир. – 1974. – Кн.1. – 406 с..
9. Носко В.П. Эконометрика. Введение в регрессионный анализ временных рядов — М., 2002. — 273 с. / <http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/mls/bibl/nosko.pdf>

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

10. Stock J.H., Watson M.W. Diffusion indexes. June 1999. – 78 p. / revised version of NBER Working Paper, No. 6702, August 1998
11. Sajeviskis V., Dāvidsons G. Dynamic Factor Models In Forecasting Latvia's Gross Domestic Product. – Latvijas Banka. Working Paper/ - 2008. – 2. – 29 p.
12. Катуніна О.С. Моделирование динамики мировых фондовых индексов. // Бізнесінформ. – 2017, 11. – 197–202.
13. Вітлінський В.В., Катуніна О.С. Моделювання динамічних факторних систем макроекономічних показників деяких країн. Науковий журнал "Наукові записки Національного університету "Острозька академія" серія "Економіка"", 2019, №13(41), с. 88-97.
14. Катуніна О.С. Побудова динамічних факторних моделей для прогнозування розвитку економічних систем // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2019, №1 (69). – С. 118–127.
15. Лоскутов А.Ю. Анализ временных рядов. Курс лекций. Физический факультет МГУ. (года нет). – 113 с.
16. Система Ereport.ru/ Мировая экономика. Статистика. Мировые фондовые индексы. URL: <http://www.ereport.ru/>
17. Central Intelligence Agency/ The World Factbook: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
18. Дербенцев В.Д., Великоіваненко Г.І., Даценко Н.В. Застосування методів машинного навчання до прогнозування часових рядів криптовалют. Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. 2019. № 8. С. 65–93.
19. Даценко Н.В. Застосування дерев класифікації та регресії до прогнозування часових рядів фінансових інструментів. Вчені записки Зб. Наукових праць. 2018. №19. с.219-231.

2.2. Моделі використання реальних опціонів для прийняття інвестиційних рішень

Постановка проблеми

Волатильність умов, які пов'язані з економічною діяльністю, створює необхідність реагування на зміни в середовищі. Під час прогнозування основних фінансових показників волатильність використовують як один із основних параметрів для оцінювання можливих ризиків. Крім того, підприємство може активно впливати на своє становище, а саме адаптуватися до змін в середовищі шляхом зміни масштабу операцій, відстрочки або відмови від певних інвестицій. Багато інвестиційних рішень створюють певні варіанти, наприклад, виходу на нові ринки, розширення діяльності або її обмеження тоді, коли вона виявиться нерентабельною. Важко робити точні прогнози доходів від таких проектів, бо вони часто мають умовний характер, який залежить від непередбачуваних обставин. Наприклад є інвестиції в дослідження і розвиток, просування бренду, розвиток дистриб'юторської мережі, які можуть бути першою ланкою в ланцюзі наступних інвестицій. При прийнятті таких інвестицій, компанія одночасно отримує можливість подальшого розвитку.

Оцінка підприємств в умовах невизначеності, яка бере до уваги здатність підприємства реагувати на нестабільні умови бізнесу, окреслюється терміном *Real Option Valuation*, тобто реальні опціони, які є особливим випадком формального інструменту, який визначає співвідношення між правом на здійснення інвестицій і самим інвестуванням.

Реальними опціонами називаються стратегічні, нематеріальні активи, або інвестиційні можливості, які дають право власникові опціону на всі грошові потоки, отримані від активів протягом всього життя, в обмін на вкладення конкретних інвестицій. Як правило, реальні опціони ототожнюють з певним активом компанії, наприклад патентом або ліцензією. Наприклад, патент, який є реальним опціоном, дає власникові право, але не

зобов'язання, використовувати запатентовану технологію на виробництві. З володінням патенту не пов'язані жодні грошові потоки, але важко заперечити, що патент має визначену вартість. Однією з причин популярності реальних опціонів є можливість застосування для з аналізу добре опрацьованих теорій оцінки фінансових опціонів. Але все ж більш важливим є те, що моделі реальних опціонів дозволяють кількісно оцінювати можливості компанії щодо адаптації до змін. Адаптація - найважливіша властивість систем, що дозволяє знижувати втрати, викликані невизначеністю. Наявність достатніх можливостей щодо адаптації може повністю компенсувати негативний вплив невизначеності. [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідники реальних опціонів зазначають, що переломним у їхньому розвитку був 1973 рік, коли офіційно була опублікована модель ціноутворення опціонів, які дають можливість страхувати фінансові інвестиції від змін цін тих активів, на які ці інструменти виставляються тобто робота Ф. Блека і М. Шоулза, у якій вони обґрунтували формулу розрахунку вартості європейського колл-опціону, розвиток фінансових моделей опціонного ціноутворення розпочався у різних сферах. Перші роботи в цьому напрямку зробили Р. Макдональд і Д. Сігел, котрі сконцентрували увагу в своїй роботі на оцінці “опціону на відстрочку” (option to wait) [2]. Л. Трігеоргіс, С. Мейсон і Р. Піндайк розглядали “опціон на розширення” (option to expand/contract) у контексті управління потужностями промислового підприємства. Р. Макдональд, Д. Сігел, М. Бреннан, Е. Шварц присвятили свої праці аналізу “опціонів на припинення видобутку та наступне поновлення” (option to shut down and restart) у сировинних галузях [3]. С. Майєрс і С. Майд розглядали “опціон страхування” (option to abandon) . Н. Кулатілака та Л. Трігеоргіс досліджували методики оцінки “опціону на зміну технології виробництва” (switching option/option to switch use) [4]. С. Майд, Р. Піндайк і Л. Трігеоргіс присвятили свої праці опціонам відстрочки чи “опціонам на послідовне вкладення засобів в інвестиційний проект” (option to

stage investment) [5]. “Опціони росту” стали предметом досліджень С. Майерса, Р. Брейлі, Л. Тригеоргіса, Р. Піндайка, Чунга-Чароєвонга. Загальному критичному аналізу моделі “реальних опціонів” присвячені роботи Р. Кілка та Л. Тригеоргіса.

Постановка цілей

У реальних опціонів, на відміну від фінансових, де базовим активом є фінансовий інструмент (акція, облігація), є реальні активи (інвестиції, ресурси, виробничі потужності). Час до закінчення терміну – це, залежно від виду опціону, час дії патенту, можливість відстрочки рішення про початок інвестицій, період конкурентної переваги тощо. На відміну від фінансових параметрів, час до закінчення терміну для реальних опціонів є не завжди сталим. Основною перевагою методу реальних опціонів є оцінка вартості реальних активів в умовах різних факторів невизначеності. Поняття гнучкості прийняття проектних рішень відіграє центральну роль і через те метод дозволяє підвищити ефективність дій в умовах невизначеності і ризику. Застосування методу реальних опціонів перспективне при стратегічному інвестиційному проектуванні також через те, що менеджери проектів можуть більш оперативно враховувати появу нової інформації. Наприклад, розглядуваний проект в даний час є економічно неефективним, але у випадку сприятливої зміни кон’юнктури ринку він може стати доцільним. Тоді, приймаючи рішення не інвестувати в проект, яке ґрунтується на біжучій інформації, втрачається можливість отримати прибуток у майбутньому. Тобто, ризик розглядається не як обставина, яку слід уникати, а навпаки, в методі реальних опціонів він розглядається як потенційне джерело вартості [6].

Реальні опціони, як і опціони на цінні папери, відносять до прав, без будь-яких зобов’язань купівлі або заміни активів за визначеною альтернативною ціною. Вартість базових активів в моделі реальних опціонів – це очікувана поточна вартість майбутніх грошових потоків. Зміни вартості

основних активів у часі описуються відповідним чином обраними випадковим процесом.

Ціна виконання означає поточну вартість всіх понесених у майбутньому витрат. Якщо поточна вартість майбутніх витрат зростає, то вартість опціону знижується. Вартість є однією з областей, де існує фундаментальна різниця між реальними та фінансовими опціонами. У фінансових опціонах ціна виконання зазначена в договорі. У випадку реальних опціонів майбутні кошти перед інвестуванням часто є невідомими. Теорія реальних опціонів не цурається ідеї традиційних методів оцінки. Вона доповнює їх, коригує недоліки, враховує можливість менеджерів приймати найкращі рішення виходячи з поточних економічних умов. Реальні опціони дозволяють менеджерам бути далекоглядними і не відмовлятися від потенційно прибуткових проектів.

При використанні стратегії на основі реальних опціонів особливе значення надається методиці оцінки перспектив, що змушує менеджерів порівнювати кожен додаткову інвестиційну можливість, що з'являється в результаті здійснення капіталовкладень, з повним спектром вже існуючих можливостей. В результаті кругозір менеджерів розширюється, вони виходять за межі довгострокових планів, що дозволяє повніше охопити спектр можливостей які постійно змінюються.

Виклад основного матеріалу

За відсоткову ставку вільної від ризику прибутковості береться ставка повернення з позбавлених ризику цінних паперів, яку можна отримати в строк закінчення терміну опціонів. У ціноутворенні фінансових опціонів, як правило, передбачається, що вільна від ризику процентна ставка є сталою в часі. З огляду на волатильність у часі відсоткових ставок більш відповідним є трактування безризикової ставки як випадкового процесу. По відношенні до реальних опціонів волатильність є мірою невизначеності щодо вартості майбутніх грошових потоків.

Результатом виплати дивідендів на ринку капіталів є падіння цін на акції в день встановлення права на дивіденди. Це впливає на зростання вартості опціону продавця і зниження вартості опціону покупця. При аналізі реальних опціонів ставка дивідендів представляє грошові потоки проекту, втрачені під час дії опціонів.

Модель Блека-Шоулза визначає вартість європейських опціонів колл, виданих на акції, які не приносять дивідендів [2]. Ф. Блек та М. Шоулз довели, що з акцій та опціонів можна побудувати вільний від ризику портфель. Оскільки арбітраж гарантує, що прибутковість портфеля, позбавленого ризику, повинна дорівнювати безпечній ставці повернення прибутку, тому в поєднанні з відповідними граничними умовами це дозволило Ф. Блеку і М. Шоулзу вивести аналітичну модель ціноутворення європейських опціонів при таких умовах:

- вільна від ризику ставка є сталою в період до закінчення строку,
- прибутковість по акціях в нескінченно малі проміжки часу має нормальний розподіл, розподіл цін акцій є логарифмічно-нормальним,
- акції не приносять дивідендів,
- існує можливість коротких продажів,
- зміни цін на акції можна змоделювати неперервним випадковим процесом Іто, вартість європейських опціонів купівлі в моделі Блека-Шоулза становить [2]:

$$C = SN \left(\frac{\ln \frac{S}{X} + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \right) - X e^{-r_f T} N \left(\frac{\ln \frac{S}{X} + \left(r_f - \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \right)$$

де: S – ціна акції,

X – ціна виконання,

r_f – ставка вільна від ризику,

σ – стандартне відхилення ставки дохідності акцій на рік,

T – тривалість періоду закінчення терміну дії, виражена на щорічній основі,

$N \{.\}$ – розподіл випадкової величини зі стандартним нормальним розподілом визначає, якою є ймовірність отримання відхилення нижчого від d .

Вартість опціону *call* показано на рис. 1

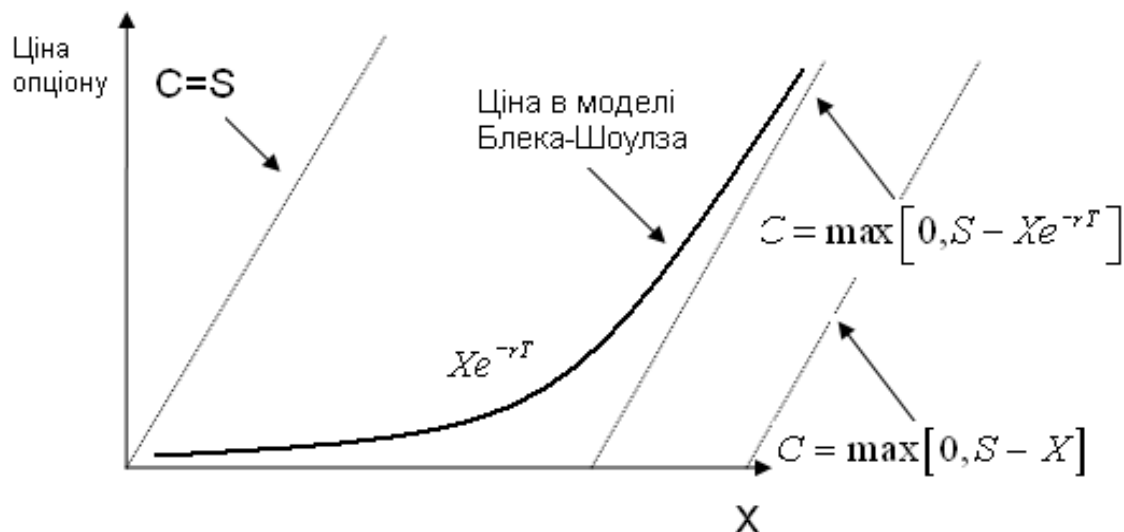


Рис. 1. Вартість опціонів *call* в моделі Блека-Шоулза

Використовуючи паритет купівлі-продажу, отримаємо ціну *європейського опціону продажу* на акції, яка не приносить дивідендів.

$$P = Xe^{-r_f T} \left[1 - N \left(\frac{\ln \frac{S}{X} + \left(r_f - \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \right) \right] - S \left[1 - N \left(\frac{\ln \frac{S}{X} + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \right) \right]$$

Модель Блека-Шоулза припускає, що ціни на акції підлягають випадковому блуканню. Це означає, що в короткостроковий період розподіл змін цін на акції має характер нормального розподілу. З цього випливає, що для будь-якої точки в майбутньому ціни на акції мають логарифмічно-нормальний розподіл можна їх моделювати випадковим (стохастичним) процесом Іто. Дисперсія базових активів зростає лінійно разом з часом [7]. Вартість базових активів (акцій, проектів) S підлягає випадковому блуканню – змінюється згідно з геометричним броунівським рухом:

$$dS = \alpha S dt + \sigma S dz,$$

де: α – показник очікуваної ставки прибутку за акціями (дрейфу), σ – міра зміни процесу, $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$ – приріст Вінера, ε – процес стандартного нормального розподілу. Зміни вартості базових активів, таких як: зміна цін на акції, динаміка цін на сировину, зміни інвестиційних витрат відповідно до геометричного броунівського руху показано на рис. 2.

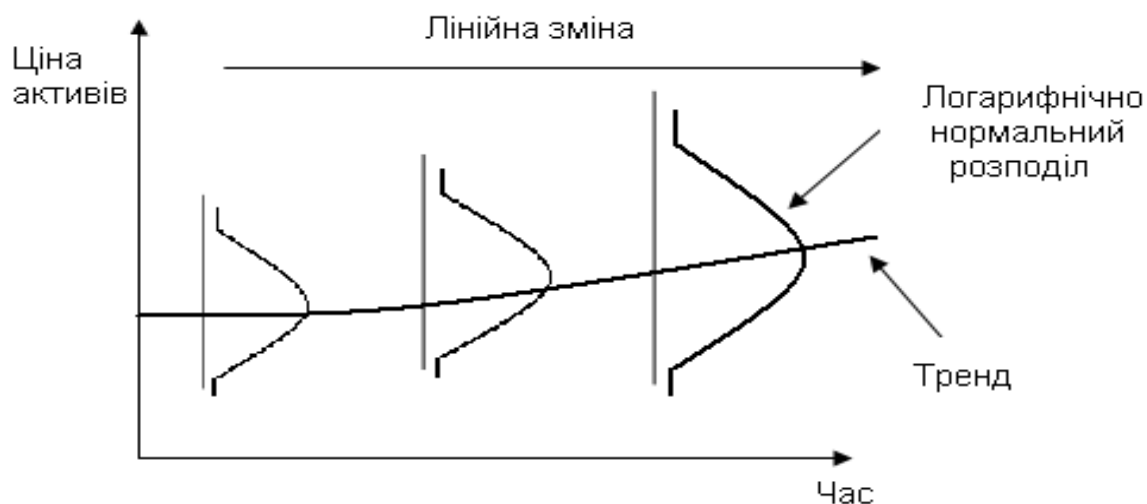


Рис. 2. Вартість активів, що моделюється геометричним броунівським рухом.

Ставка дивідендів у випадку реальних опціонів може бути витлумачена, наприклад, як втрата прибутку, пов'язана з відстрочкою початку проекту, наприклад, шляхом введення на ринок конкуренції в очікуванні сприятливих умов запуску проекту, яка забирає підприємству частину прибутку від проекту (втрата прибутку, від якого відмовляється фірма в обмін на можливість невиконання опціону). Важливою проблемою при оцінці волатильності є також вибір вимірювання часу: чи вимірювати час в днях торгівлі, чи календарних, бо одним з факторів, що спричиняють волатильність, є оборот на біржі, а не тільки вплив інформації.

Модель оцінки опціонів Блека-Шоулза припускає, що опціони були виставлені на акції, які не приносять дивідендів. Виплата дивідендів впливає на ринкову вартість акції. У день призначення права на дивіденди ціна акцій знижується до розмірів дивідендів, які припадають на одну акцію. У результаті, знижується вартість опціону покупця, а збільшується опціон продавця. У контексті оцінки опціону дивідендів означає скорочення ціни

на акції в день визначення права на дивіденди. Наприклад, якщо очікувана вартість дивідендів складає 1 долар за акцію, а в день визначення права на дивіденди ціна акцій падає на 80%, то для оцінки опціонів слід припустити, що дивіденд становить 0,8 доларів [8]. При використанні моделі Блека-Шоулза потрібно від ціни на активи відняти поточну вартість очікуваних дивідендів, дисконтованих за безризиковою ставкою r_f , які будуть виплачені до закінчення терміну дії опціону.

В оцінці реальних опціонів еквівалентом дивідендів є чинник, який знижує вартість проекту – залежно від типу опціону це може бути, наприклад, вартість втрачених потенційних переваг, яка виникає в результаті відстрочки початку виробництва, доходи, втрачені в результаті конкуренції. У більшості моделей оцінки реальних опціонів еквівалент дивідендів розглядається аналогічно як дивіденди, які виплачуються на постійній основі при оцінюванні фінансових опціонів.

Висновки

Використання реальних опціонів в процесі оцінки підприємства дозволяє оцінити здатність підприємства адаптуватися умовах нестабільності. Дозволяє оцінювати проекти, які на момент оцінки не є реалізовані, але можуть перебувати у сприятливих умовах. До оцінки реальних опціонів застосовуються методи фінансової оцінки опціону покупця. Використання оцінки реальних опціонів при розробці бюджету капіталовкладень або оцінці вартості бізнесу може бути корисним і ефективним. Таке твердження виконується, якщо мова йде про проекти, в яких закладені значні можливості по адаптації до умов, що змінюються, тобто до багатоетапних проектів. Для досягнення цього компанії необхідно вміти ідентифікувати реальні опціони, що містяться в стратегічних рішеннях, щодо точно визначати часовий інтервал, протягом якого можливість скористатися реальним опціоном буде існувати, оцінювати зміну вартості реальних активів на підставі наявної інформації, інтегрувати оцінку реальних опціонів в звичайні методи аналізу грошових потоків, а також використовувати процедури контролю за виконанням інвестиційного проекту, відстежуючи і аналізуючи не

тільки відхилення фактичних грошових потоків від планових, а й прийняття рішень про використання реальних опціонів.

Оцінка опціонів дає важливу додаткову інформацію і тим самим сприяє обґрунтованості прийнятих рішень. У умовах нестабільної економіки, коли прибутковість і волатильність цін на активи не дуже стабільними в часі, потрібно бути надзвичайно обережними при оцінці реальних опціонів. Реальні опціони – це передовсім довгострокові американські опціони, які можуть бути погашені в будь-який час до закінчення терміну їх дії.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є дослідження динаміки ринку для створення сприятливого інвестиційного клімату та здійснення прогнозування ціноутворення реальних опціонів з більш слабшими припущеннями, ніж у моделі Блека-Шоулза.

ЛІТЕРАТУРА

1. Amram M., Kulatilaka N. (1999) Real options: Managing strategic investments in an uncertain world. – Boston, MA: Harvard Business School Press. – p.145-163.
2. Black F. Scholes M. (1973) The pricing of options and corporate liabilities// Journal of Political Economy. – R/81. – P. 637–654.
3. Burtnyak, I.V., Malyska, A. The Evaluation of Derivatives of Double Barrier Options of the Bessel Processes by Methods of Spectral Analysis, Investment Management and Financial Innovations, 2017, Vol. 14, Issue 3, pp. 126–134.
4. Burtnyak, I.V., Malyska, A. Taylor expansion for derivative securities pricing as a precondition for strategic market decisions. Problems and Perspectives in Management, 2018, 16(1), 224-231.
5. Majda S., Pindyck R. Time to Build, Option Value and Investment Decisions//Journal of Financial Economics. – 1987. – Vol. 18. – № 1. – P. 7–27.
6. McDonald R., Siegel D. Investment and The Valuation of Firms When There Is an Option to Shut Down // International Economic Review. – 1985. – Vol. 26. – № 2. – P. 331–349.
7. Myers S., Majd S. Abandonment Value and Project Life, Advances in Futures and Options Research. – 1990. – Vol. 4. – P. 1–21.
8. Pindyck R. Irreversible Investment, Capacity Choice and The Value of The Firm // American Economic Review. – 1988. – Vol. 78. – № 5. – P. 968–985.
9. Thomas E. Copeland and Philip T. Keenan Corporate finance: How much is flexibility worth? // The McKinsey quarterly. – 1998. – № 2. – P. 45.
10. Trigeorgis L., Mason S. Valuing Managerial Flexibility//Midland Corporate Finance Journal. – 1987. – Vol. 5. – № 1. – P. 14–21.

2.3. Detecting payment card fraud with auto machine learning

Payment card fraud affects everyone. Almost 50 billion dollars were lost to card fraud [1] and identity theft [2] worldwide in 2019 alone. Although financial institutions are locked in an escalating arms race against cybercriminals and scammers, losses still have to be accounted for. Consumers end up paying for money lost to fraud out of pocket, in the form of vendor and transaction fees. While corporations and governments spend billions more investigating and handling fraud cases.

Modern fraud prevention is expensive. Digital ID checks cost around \$2 per document, companies spend millions on KYC (know your customer), Auto Machine Learning (AML), and still, the number of fraudulent transactions is growing. Banks have been relying on passive measures to counteract fraud based on past breaches or fraud behaviour history, and only some have invested in pro-active or predictive fraud prevention.

Card-based payment systems worldwide generated gross fraud losses of \$28.65 billion in 2019, amounting to 6.8¢ for every \$100 of total volume [1]. To understand what financial institutions can do to improve their fraud prevention efforts, the current protection mechanisms need to be examined. Payment cards that hold a set of credentials or cardholder data act as keys to a customer's bank account and enable two types of transactions: card-present and card-not-present.

Payment card fraud basics

Card-present is when a payment card is physically used to make purchases or withdraw money from ATMs by entering a PIN. For decades, scammers have been using cameras, sensors, ATM skimmers, and other devices to make copies of cards and extract PINs.

In one case, a waiter was discovered using a portable magnetic stripe reader in his shoe to copy customers' cards while walking to the register. In another scam, criminals used NFC readers to steal small amounts from people's

cards on the subway. By coming close to pockets and bags, they were able to charge cards without people noticing.

Phone confirmations for larger amounts and RFID blocking wallets can partially counter card-present fraud. Card-not-present transactions are more complex as they happen remotely, where a cardholder does not present a card to a merchant in person. CVV code on the back of the card is most often used to confirm that the person paying has physical access to the payment card, but 2FA methods via SMS OTP (One time password) and in-app authentications are becoming more widespread.

Scammers can intercept OTPs, consumer sessions, cardholder data (PAN, EXP, NAME, CVV), and even steal app credentials. The Lazarus Group from North Korea is notorious for using military-grade cyber expertise to steal money using man-in-the-middle software and cloned credit cards to withdraw cash from ATMs. So much so that an estimated 75% to 80% of all ATM cash-out losses get repatriated to North Korea [1].

Banking: old vs. new

PSD2, the revised European Payment Service Directive that covers the whole of the EU, brought into law in 2018, aimed to fix the lack of an Open banking regulatory environment, improve security, and protect customers, among other goals. Before banks started to adopt OpenAPI, companies had to go through hell to integrate with banks using ancient file exchange systems.

PSD2 standardized how payment and financial institutions interact with each other and with third-party providers. The directive enabled AISPs (Account Information Service Providers) to access information from multiple financial institutions with a customer's permission. AISP services, for example, can aggregate data from different accounts in different banks and show it to a consumer in one place or application.

PISPs (Payment Initiation Service Providers) can go a step further and make payments on behalf of consumers. PISPs can pay incoming utilities, internet, and service bills that a consumer receives automatically. Although AISPs

and PISPs are still in the early stages of development and adoption, similar initiatives are already being implemented worldwide.

In 5-10 years, OpenAPI initiatives will reach their potential and unlock digital banking's benefits. Truly interactive banking experiences are great, but these changes open the industry to completely new attack vectors that need to be accounted and prepared for.

Spotting fraudulent transactions using AI & ML

In one of the weekly newsletters from deeplearning.ai, Andrew Ng, a leading AI expert, mentioned that financial anti-fraud systems broke because consumers changed their behavior with the global pandemic's arrival. Models used to predict consumer behavior, supply, and demand had to be retrained to account for new patterns and spikes.

Let's assume that as a financial institution, a customer's payment card was compromised during the pandemic. What can be done to spot fraudulent transactions early on? One course of action is to take a data set, mark confirmed fraudulent transactions with a chargeback or other documented problem, and analyze it to determine correlations.

For most areas, obtaining a comprehensive dataset is not a problem. However, privacy laws protect banking and transaction data from being disclosed. GDPR in the EU provides customers with the right to be forgotten, and Big Tech companies are already being sued for billions [3] for breaching the privacy laws. In terms of machine learning, if a consumer asks for his data to be deleted, does the request apply to the results of calculations based on their data? How far the law reaches will be discussed for years to come.

Raw data

As a result, there are very few datasets with real customer data in the public domain. A relatively large 150 MB dataset from Kaggle [4] with hundreds of thousands of anonymized transactions from European credit card users recorded in 2013 is used to research how to prevent payment card fraud in this research.

Locating useful information in a raw dataset is a very resource-intensive task that usually requires multiple data scientists and analysts.

A technology executive with a heavy managerial workload can't spare a couple of weeks to clean, spot anomalies, and balance the dataset. Under this scenario, a relatively new AutoML [5] approach could take on all of the routine and repetitive tasks that come with in-depth data analysis and extract insights from raw data.

There are many AutoML solutions to choose from today. Giant AWS SageMaker [6], Google AutoML [6], AutoAI with IBM Watson Studio [7], Microsoft Azure ML [8], and Oracle AutoML [9] are complemented by smaller, but not less interesting DataRobot [10], Auto Weka [11], AutoML-Freiburg-Hannover [12], and H2O Driverless AI [13]. The last one is preferable because it can run on a local server or even a laptop instead of relying on the cloud.

Whenever financial data is involved, most regulators restrict its movement to prevent data transfers outside the country or into the cloud. Another important point is that cloud-based solutions are often limited by the amount of processable data. Some products restrict tables to one million rows and add other restrictions to encourage users to purchase expensive enterprise-level licenses.

Even though H2O is a commercial project, there's also a free version that does not have a handy GUI, but that should not be a problem for skilled hands. As a result, H2O Driverless AI with an educational license was used for this research.

The dataset itself was a CSV file with only a few readable variables: time, amount, and class - whether a transaction was fraudulent or not. The rest were anonymized to protect the privacy of consumers (Fig. 1). This makes it more interesting as it can be observed how the system behaves with many unknown variables.

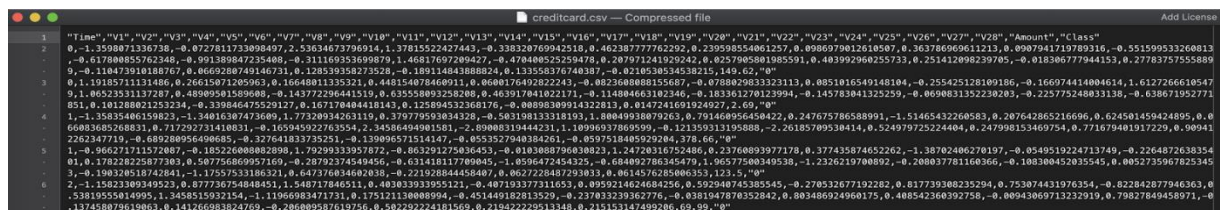


Fig. 1. Raw credit card fraud detection dataset [4]

Setting up AutoML in H2O Driverless AI

For the experiments, the following configuration was used: IBM System X 3300 M Server with 12 Cores, 32 GB RAM, and Ubuntu Linux 18.04 LTS. It is an old workhorse without a GPU but it provides a clearer picture of the performance. After importing the dataset into H2O, the system automatically analyzed the type and structure of data and suggested the best preliminary models, classifiers, and analysis tools based on what’s inside the dataset. In this case, the dataset was highly unbalanced, so H2O recommended the Log Loss scorer [14].

Immediately after importing the dataset, H2O quickly showed the problem and unbalanced areas. After confirming a wide variety of settings, the system began to analyze the data. The GUI showed preliminary results during the process, which could be explored and changed before full analysis is completed (Fig. 2). Overall, it took about five days to process the data on this setup.

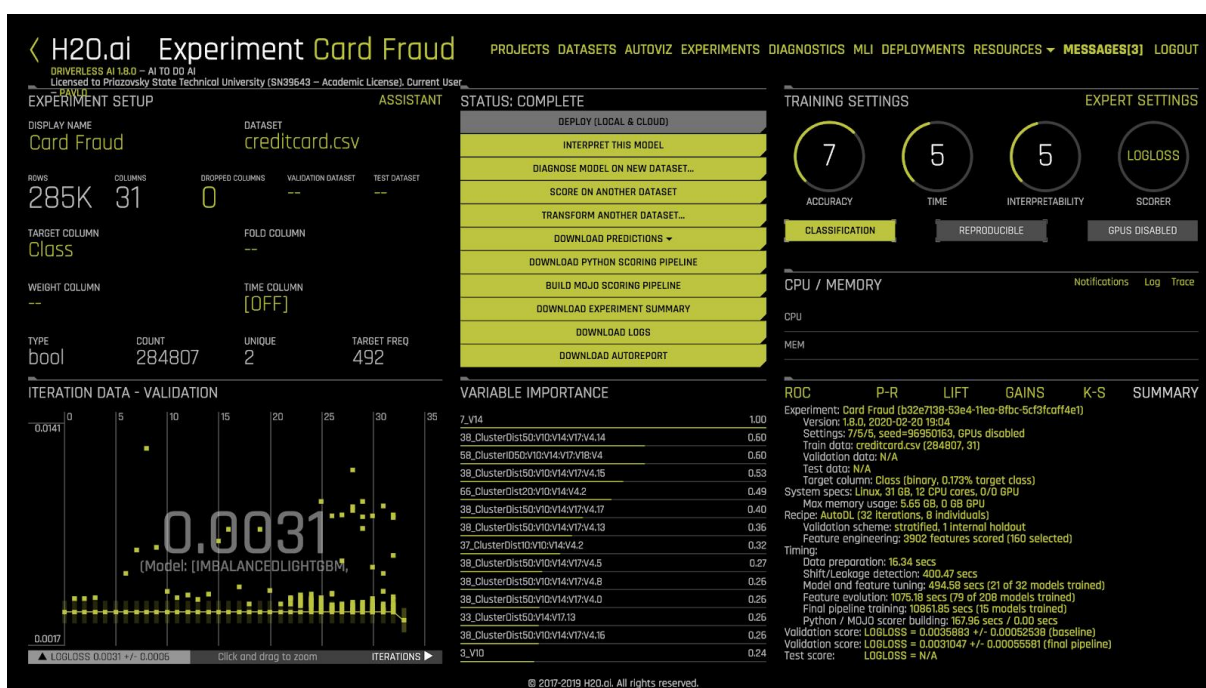


Fig. 2. The results of the experiment in H2O Driverless AI

After completing the experiment, H2O offered a choice of models ready to be deployed on the cloud, servers, or datacenters. This enables almost seamless continuous delivery or delivery after pressing a single button. Both options

are very beneficial because updating such systems is a complex process that requires specialist skills.

Model interpretation

In this step, the selected system automatically processes the models that were built by themselves. In this experiment, it needed another day and a half, and the system returned results that showed influence, dependence, importance, or weight of different variables in the dataset (Fig. 3, Fig. 4).

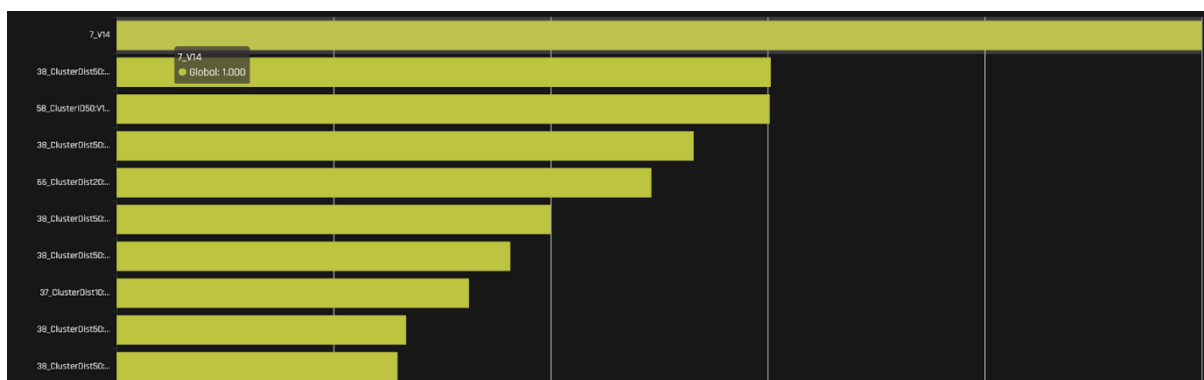


Fig. 3. The results of model interpretation

Fig. 3 demonstrates the importance of variable V14 that should and needs to be examined further. The rest of the results (Fig 4) consisted of other synthesized cluster functions. Using these results, it is possible to go through each function separately and analyze whether it is essential or not.

Through these results, it can be observed how the system taught itself, made decisions, approached maximum results, and where it was incorrect. H2O shows different patterns and possible interpretations of different values and how the system sees relationships between other variables and results in the dataset.

There were two additional experiments where fields that came up in the first experiment were excluded to observe and ensure whether the result would remain the same without them. Overall, the new experiments were successful. Sometimes, there were differences in the variables' influence, and in other cases, H2O synthesized new functions.

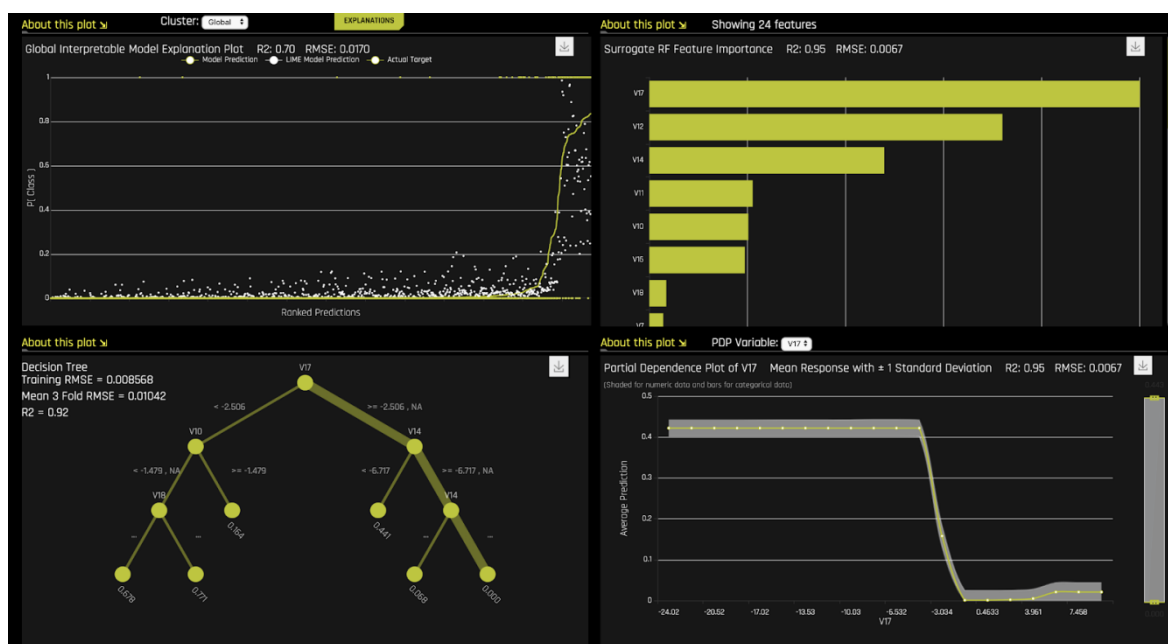


Fig. 4. The results of model interpretation

AutoML results

In the end, the true positivity rate of the prediction was 0.9733, which is an excellent result. Variables 12, 14, and 17 peaked, showing a possible relationship between time, amount, and some merchant attributes.

Another progressive feature of modern software is the ability to generate a “Word” .doc file as a report with all of its findings and the lifecycle of the analysis that can be printed out and read at any time. It shows everything the system did, methods, how long it took, how effective, shifts, and importance. This saves at least a week of human analyst work.

The generated model can be turned into a java or python application that will generate a set of APIs, import a raw dataset with transaction variables, and the system will show whether the transaction is fraudulent or not, and how sure it is in that decision. It may be used to decide whether to allow the processing of a transaction or to stop it immediately.

These tools can be used by top-management, CTOs, and even marketing departments to generate valuable insights into business operations:

- When is the best time to push notification about a new product?
- Is it when consumers make the most transactions or the opposite of that?

AutoML can help find answers and improve business decision making through data analysis.

The solution is not a magic bullet against all fraudulent transactions or the only right method to roll out such a model. The experiment has provided enough information about what's inside AutoML, what can be worked on, and what else can be explored. However, it is reassuring that a different research team that spent six months working on the same dataset reached the same conclusions as what this research determined in around a week.

New attack vectors

Payment card fraud is limited by card expiry dates, limits, and security notifications. The method explained above can help find and stop fraudulent transactions made by perpetrators, but what if customers unwittingly transfer money to criminals by themselves?

In 2019, an executive of a UK-based energy firm thought he was speaking on the phone with his boss, the CEO of the firm's German parent company, who asked him to send €220,000 to a Hungarian supplier [15]. The caller said the request was urgent, directing the executive to pay within an hour, which he did. Instead of his boss, the executive spoke to a voice recording generated by artificial intelligence-based software that successfully impersonated the CEO.

Live facial biometric data many digital-only banks rely on to authenticate their customers is not fraud-proof either. Cybercriminals found a way to recreate 3D models of faces using recorded videos that can be used to log in by generating head tilts and turns on demand.

Social engineering plays a significant role in modern fraud cases. A man behind an Instagram account with 2.5 million followers flaunting his opulent lifestyle told people they could earn as much as him by sending him money [17]. He was arrested after stealing over 400 million from individuals and businesses worldwide [18].

There are many examples of money flippers on social media that promise to turn a \$100 into \$1000, \$500 into \$5000, and so on [19]. Suffice to say that people don't get their investments back. If the recipient is not blacklisted, has a

business, and receives money regularly, training a system to detect such type of fraud is challenging, if not impossible, for now.

Payment card and identity fraud are closely tied to criminal activities that aim to launder money and conceal identities. Modern compliance and anti-money laundering (AML) investigations check social media accounts for suspicious posts and activities. To get around these checks, criminals buy inexpensive accounts created and maintained for a few years to develop a plausible online identity.

People who want to take on a different identity can buy a passport and a new identity with social media accounts, diplomas, and other documents for relatively little money (Table 1). On one side, it's easier to obtain a new identity than ever before. On the other, regulators and service providers are tightening security and making it more difficult to evade their checks.

Table 1

The minimum cost of a brand new identity*

	USA	Canada	Australia	UK	Europe
New identity: Passport, ID Card and Birth Certificate	\$1152	\$1175	\$1355	\$1255	\$1125
Education: High School Diploma and Bachelor`s Degree	0.1699 BTC	0.1699 BTC	0.1699 BTC	0.1699 BTC	0.1699 BTC
Finance: Bank account, Credit Card and 5000 of Counterfeit Currency	\$115+ 0.0984 BTC	\$115+ 0.0984 BTC	\$115+ 0.2593 BTC	\$115+ 0.1162 BTC	\$115+ 0.0894 BTC
Total	\$1267+ 0.2683 BTC	\$1290+ 0.2683 BTC	\$1470+ 0.4292 BTC	\$1370+ 0.2861 BTC	\$1240+ 0.2593 BTC

* Source: *Safety Detectives* [20]

In an attempt to balance convenience and security, security is losing. Customers don't like long passwords and additional verification methods. They frankly don't care if their information leaks because "they have nothing to hide and don't have that much money anyway." AutoML has the potential to slow down the advancement of financial fraud, and everyone is about to find out for how long.

REFERENCES

1. The Nilson Report (2020). Issue 1187. Available at: <https://nilsonreport.com/mention/1313/1link/>
2. 2020 Identity Fraud Study: Genesis of the Identity Fraud Crisis. Available at: <https://www.javelinstrategy.com/coverage-area/2020-identity-fraud-study-genesis-identity-fraud-crisis>
3. Russell Brando (2018). Facebook and Google hit with \$8.8 billion in lawsuits on day one of GDPR. Available at: <https://www.theverge.com/2018/5/25/17393766/facebook-google-gdpr-lawsuit-max-schrems-europe>
4. Dataset - Anonymized credit card transactions labeled as fraudulent or genuine (2013). Available at: <https://www.kaggle.com/mlg-ulb/creditcardfraud>
5. Martin Heller (2019). Automated machine learning or AutoML explained. Available at: <https://www.infoworld.com/article/3430788/automated-machine-learning-or-automl-explained.html>
6. Amazon SageMaker. Available at: <https://aws.amazon.com/ru/sagemaker/>
7. Google Cloud AutoML. Available at: <https://cloud.google.com/automl>
8. Auto AI with IBM Watson Studio. Available at: <https://www.ibm.com/cloud/watson-studio/autoai>
9. Microsoft Azure ML. Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/concept-automated-ml>
10. Oracle AutoML. Available at: https://docs.oracle.com/en-us/iaas/tools/adsdk/latest/user_guide/automl/overview.html
11. DataRobot. Available at: <https://www.datarobot.com/>
12. Auto Weka. Available at: <https://www.cs.ubc.ca/labs/beta/Projects/autoweka/>
13. AutoML-Freiburg-Hannover. Available at: <https://www.automl.org/>
14. H2O Driverless AI. Available at: <https://docs.h2o.ai/h2o/latest-stable/h2o-docs/automl.html>
15. Loss functions for classification. Available at: https://www.wikiwand.com/en/Loss_functions_for_classification
16. Catherine Stupp (2019). Fraudsters Used AI to Mimic CEO's Voice in Unusual Cyber-crime Case. Available at: <https://www.wsj.com/articles/fraudsters-use-ai-to-mimic-ceos-voice-in-unusual-cybercrime-case-11567157402>
17. David Dawkins (2020). Nigerian Influencer Ramon 'Hushpuppi' Abbas Laundered Funds For North Korean Hackers. Available at: <https://www.forbes.com/sites/daviddawkins/2021/02/19/nigerian-influencer-ramon-hushpuppi-abbas-laundered-funds-for-north-korean-hackers-says-us-department-of-justice/>
18. Faith Karimi (2020). He flaunted private jets and luxury cars on Instagram. Feds used his posts to link him to alleged cybercrimes. Available at: <https://edition.cnn.com/2020/07/12/us/ray-hushpuppi-alleged-money-laundering-trnd/index.html>
19. Winifred J. Akpobi (2020). How Instagram Scammers Make \$10k/Month Using the Dumbest Strategies. Available at: <https://bettermarketing.pub/how-instagram-scammers-make-10k-month-using-the-dumbest-strategies-6c481593ac42>
20. Sophie Anderson (2020). Dark Web: The Average Cost of Buying a New Identity in 2021. Available at: <https://www.safetymagazine.com/blog/dark-web-the-average-cost-of-buying-a-new-identity/>

2.4. Permutation based complexity measures and crashes

Introduction

The achievements of recent years in the field of quantitative description of financial and economic systems are associated with the formation and development of tools for the theory of complex systems [1] and its pragmatic branch – econophysics [2]. The emergence of a large number of measures of complexity made it possible to more effectively manage complex systems in conditions far from equilibrium, predict and prevent critical and crisis phenomena [14].

Among the many complexity measures that have passed the test of time, permutation based measures occupy an important place. Thus, introduced in 2002 by Bandt and Pompe permutation entropy [3] has become a theoretically transparent and practically effective tool for quantifying the complexity of systems of various natures [4]. Introduced relatively recently, the permutation measure of irreversibility of the time series [5] has expanded the range of permutation measures of complexity.

The purpose of this work is to study the sensitivity of permutation measures of complexity to crisis phenomena in markets that are different in structure and dynamics; stock, cryptocurrency and oil.

The use of the Dow Jones index in calculating the permutation entropy [6-9] was aimed at:

- to identify the difference in the behavior of the developed US market with the emerging market of China [6];
- analysis of the frequency of allowed and prohibited patterns for the index since 1900 [7];
- study of the permutation entropy dynamics of during crises periods [8, 9].

As for the crypto market, then authors [10-13] employed permutation entropy with a rolling window approach to test for the market efficiency, clustering patterns Bitcoin prices, forecasting Bitcoin's daily value at risk. In a series

of our works [14, 15], permutation entropy is used to construct indicators-precursors of crises in the crypto market.

There are relatively few studies on the permutation properties of the oil market [4, 16, 17]. It should be noted one of the first works [16], in which the authors compared the dynamics of permutation entropy with fluctuations of daily prices of crude oil WTI for the time period 1983-2015. They also showed how several events occurred contemporary to changes in the informational efficiency, providing evidence of some influence of main economic and political milestones in the dynamics of the crude oil market. In our recent work [17], the possibilities of permutation entropy in predicting crisis phenomena in the oil market are compared with the possibilities of other measures of complexity.

Permutation entropy (PE_n)

PE_n is characterized by its simplicity, computational speed that does not require some prior knowledge about the system, strongly describes nonlinear chaotic regimes. Also, it is characterized by its robustness to noise and invariance to nonlinear monotonous transformations. The combination of entropy and symbolic dynamics turned out to be fruitful for analyzing the disorder for the time series of any nature without losing their temporal information. According to this method, we need to consider “ordinal patterns” that consider the order among time series and relative amplitude of values instead of individual values. For evaluating PE_n, at first, we need to consider a time series $\{x_i | i = 1, \dots, N\}$ which can be revealed in d_E - dimensional vector

$$\vec{X}(i) = [x_i, x_{i+\tau}, \dots, x_{i+(d_E-1)\tau}], \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, N - (d_E - 1)\tau,$$

where d_E is the size of each embedded vector and τ is an embedding delay between each vector.

After it, we consider $d_E!$ permutation patterns $\pi = (k_0, k_1, \dots, k_{d_E-1})$ of symbols $(0, 1, \dots, d_E - 1)$ if the following condition for each $\vec{X}(i)$ is satisfied:

$$x_{i+k_0\tau} \leq x_{i+k_1\tau} \leq \dots \leq x_{i+k_{d_E-1}\tau}.$$

We will use ordinal pattern probability distribution as a basis for entropy estimation. Further, let us denote $f(\pi_l)$ as the frequency of occurrence of the pattern π_l . Then, the probability of occurrence of a specific pattern can be defined as

$$p(\pi_l) = \frac{f(\pi_l)}{N - (d_E - 1)\tau}.$$

Then, regarding the ordinal pattern probability distribution $P = \{p(\pi_l) | l=1, \dots, d_E!\}$, the permutation entropy of the corresponding time series can be defined following such equation:

$$S[P] = -\sum_{l=1}^{d_E!} p(\pi_l) \log p(\pi_l).$$

If we need to compare time series with the described measure, we can normalize $S[P]$:

$$E_s[P] = \frac{S[P]}{S_{\max}},$$

where $S_{\max} = \ln d_E!$ is the highest value of PEn and $0 \leq E_s[P] \leq 1$. There are enormous number of studies which imply that PEn values close to 1 suggest the presence of stochastic (random) processes; on the other hand, values close to 0 say about some deterministic patterns in the generating dynamics.

The first task that scientist solve applying PEn is the choice of appropriate set of parameters $d_E!$ and τ . As $d_E!$ defines the number of possible states that the embedded fragments can be in. Following Bandt and Pompe's recommendation [3], it is common to choose the values of d_E that satisfy the condition $d_E! \ll N$ for the appropriate probability distribution. For small values, such as $d_E = 2$, procedure may not be accurate enough, since there are only few particular states — $\pi_1 = \{0, 1\}$ and $\pi_2 = \{1, 0\}$. We will define the best set of parameters empirically.

Permutation based time irreversibility measure

We can define a time series as a reversible when there is an abundance of invariance of its statistical properties after operation of reversibility. Thus, for a given time series $\vec{X} = \{x_i | i = 1, \dots, N\}$, its time reversed version $\vec{X}^{t.r.} = \{x_i | i = N, \dots, 1\}$ is said to be reversible if for a mapping function $f(\cdot)$, $f(\vec{X}) \approx f(\vec{X}^{t.r.})$. Processes that are characterized as nonlinear, non-extensive, non-Gaussian, and with the presence of memory can be classified as irreversible. Assessing irreversibility of a system is equivalent to its predictability. Thus, procedure for obtaining ordinal patterns from permutation entropy approach will see to be reasonable in our case.

First of all, let us give an example of the procedure for calculating the necessary indicator of irreversibility. According to mentioned steps, we will construct embedded matrix of overlapping vectors with $d_E = 3$ and $\tau = 1$ for the fragment of West Texas Intermediate (WTI) crude oil price for period 14.07.2008-26.07.2008 (https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm):

$$\vec{X}^d = \{145.16, 138.68, 134.63, 129.43, 128.94, 131.43, 127.25\}$$

and

$$\vec{X}^{t.r.} = \{127.25, 131.43, 128.94, 129.43, 134.63, 138.68, 145.16\}.$$

Then, our embedded data can be presented in the following form:

$$\vec{X}^d(d_E, \tau) = \begin{bmatrix} 145.16 & 138.68 & 134.63 & 129.43 & 128.94 \\ 138.68 & 134.63 & 129.43 & 128.94 & 131.43 \\ 134.63 & 129.43 & 128.94 & 131.43 & 127.25 \end{bmatrix}$$

and

$$\vec{X}^{t.r.}(d_E, \tau) = \begin{bmatrix} 127.25 & 131.43 & 128.94 & 129.43 & 134.63 \\ 131.43 & 128.94 & 129.43 & 134.63 & 138.68 \\ 128.94 & 129.43 & 134.63 & 138.68 & 145.16 \end{bmatrix}$$

After it, our time-delayed vectors are mapped to permutations or ordinal patterns of the same size. Our example consists $3! = 6$ different ordinal patterns.

These patterns can be composed in such a way that a time-reversible version of the same pattern will be paired with it:

$$\{0, 1, 2\} \overset{t.r.}{\leftrightarrow} \{2, 1, 0\}$$

$$\{1, 0, 2\} \overset{t.r.}{\leftrightarrow} \{2, 0, 1\}$$

$$\{1, 2, 0\} \overset{t.r.}{\leftrightarrow} \{0, 2, 1\}$$

with $\overset{t.r.}{\leftrightarrow}$ representing a time reversal transformation.

Thus, we map our time delayed matrices to ordinal matrices:

$$\bar{X}^d(d_E, \tau) = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad \bar{X}^{\overset{t.r.}{d}}(d_E, \tau) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}.$$

According to our directed ordinal matrix, frequently we can observe pattern with two consecutive decreasing values, i.e., $\pi^d = \{2, 1, 0\}$; as this pattern does not appear in time reversed ordinal matrix, we can be certain about the time directionality of our time series. An opposite pattern $\pi^{\overset{t.r.}{d}} = \{0, 1, 2\}$ appears with the same frequency, which is time-reversed equivalent of our directed version. Thus, we can conclude our time reversibility of our time series, and opposite conclusions would be drawn for an irreversible version. This idea is a basis for the measure described below.

The irreversibility magnitude can be quantified by comparing the probability distributions of the patterns appearing in the original and time-reversed series through the Kullback-Leibler divergence [5, 18]. Following the example above, we construct the probability distribution for directed and reversed versions:

$$P^d = [p_{\{0,1,2\}} = 0; p_{\{2,1,0\}} = 0.6; p_{\{1,0,2\}} = 0.2; p_{\{2,0,1\}} = 0; p_{\{1,2,0\}} = 0.2; p_{\{0,2,1\}} = 0]$$

and

$$P^r = [p_{\{2,1,0\}} = 0; p_{\{0,1,2\}} = 0.6; p_{\{2,0,1\}} = 0; p_{\{1,0,2\}} = 0; p_{\{0,2,1\}} = 0.2; p_{\{1,2,0\}} = 0.2] .$$

The difference between two distributions then can be estimated through the following formula:

$$D_{KL} = \sum_{i=1}^{d_E!} P^d(i) \log \frac{P^d(i) + \varepsilon}{P^r(i) + \varepsilon},$$

where $\varepsilon \ll \min P^d$ and $\varepsilon \ll \min P^r$, since the argument of the logarithm can be $P_{\{1,0,2\}} / P_{\{2,0,1\}} = 0.2 / 0$.

Consequently, if $D_{KL} \approx 0$, the probability distributions of directed and time-reversed series should be approximately the same, and time series in this case is presented to be reversible. On the other hand, as $D_{KL} \rightarrow \infty$, dynamics of the system becomes more irreversible.

Empirical results for financial time series

Nowadays WTI crude oil, Bitcoin, and DJIA are presented to be one of the most influential assets, having a significant impact on the world economy. In our previous articles we have advanced into action and set the tasks (1) to make an appropriate classification of such events that are predictable and not predictable and (2) to construct such indicators that will identify in advance crashes and critical events in order to allow investors and ordinary users to work in these markets. Our studies present that their price behavior is regime-switching. Such switching reveals in high risk (completely random) and low risk (deterministic) environments. Some of those events are much more predictable, less efficient, and exhibit corresponding complexity patterns that can serve as indicators of further falling.

This work focuses only on the most influential crisis events of WTI and DJIA, while in the Bitcoin market, all the crises discussed in previous works were selected and supplemented. The data we use here for our analysis are the daily closing prices of

- the crude oil price over the period from 2 January 1986 to 23 March 2021;
- the DJIA price for the period from 4 January 1983 to 23 March 2021;
- BTC time series that was divided into two periods: from 1 January 2011 to 31 August 2016 and from 1 September 2016 to 23 March 2021.

During these periods, markets have experienced varying degrees of volatility.

Calculations were carried out within the framework of the algorithm of a moving window. For this purpose, in each time window (frame) there was selected a part of a time series for which we calculated the measures of complexity (irreversibility). Then the window was displaced along with the time series in a predefined value, and the procedure repeated until all the studied series had exhausted. Further, comparing the dynamics of the actual time series and the corresponding measures, we can judge the characteristic changes in the dynamics of the behavior of complexity with changes in the system. If these measures behave in a definite way, example, increase or decrease during (pre-) crisis period, then it can serve as a measure of complexity (irreversibility) for a studying system.

Each measure was calculated regarding normalized returns, were returns can be calculated following the equation below:

$$G(t) = \ln x(t + \Delta t) - \ln x(t) \cong [x(t + \Delta t) - x(t)] / x(t).$$

Normalized returns can be found with the following formula:

$$g(t) \cong [G(t) - \langle G \rangle] / \sigma,$$

where σ is the standard deviation of G , Δt is the time lag between prices (in our case $\Delta t = 1$), and $\langle \dots \rangle$ is the average over the time period under study.

Figures below present a comparative dynamics of studied financial systems and corresponding measures.

Comparison of the results for different window sizes shows that an increase in the window size leads to poor resolvability of crisis phenomena close in time. Therefore, in the future, in particular, in the case of the oil market, we chose a window of 250 days. For the more volatile cryptocurrency market, the optimal window was 100 days.

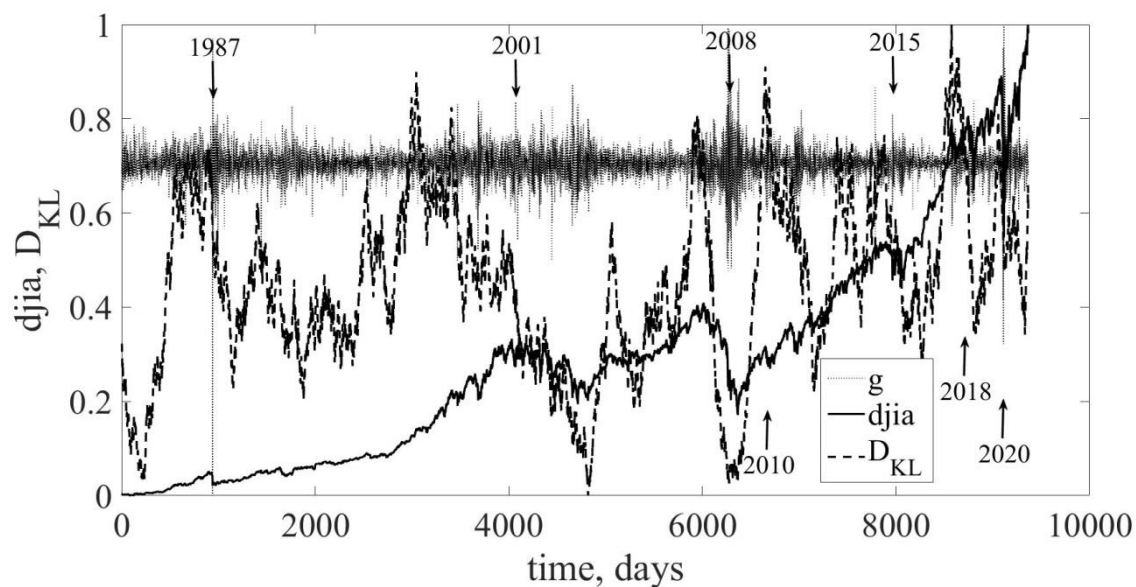


Fig. 1. Comparative dynamics of DJIA index along with its normalized returns g and D_{KL} calculated for rolling window of 250 days and step size of 1 day

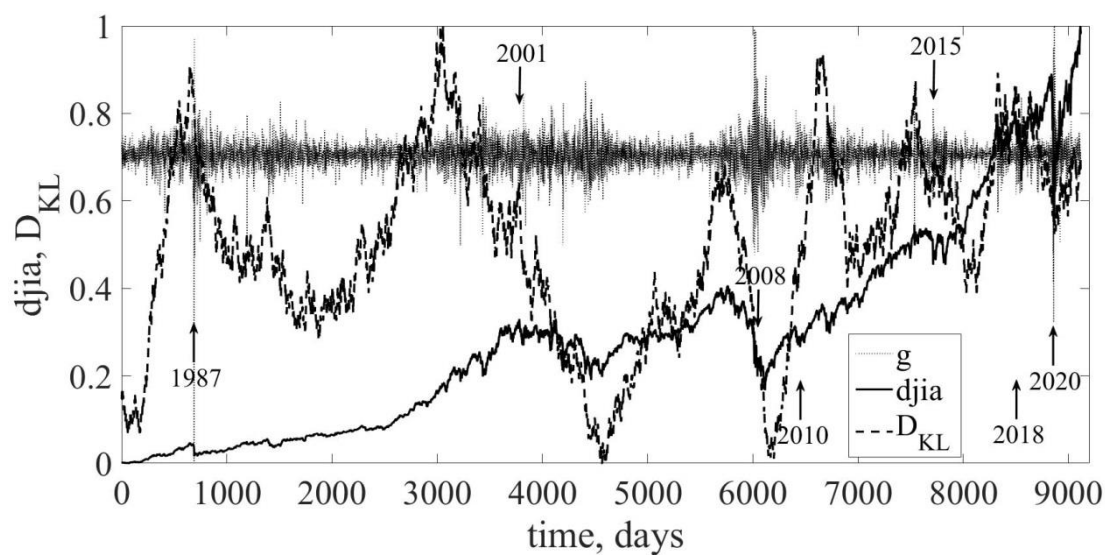


Fig. 2. Comparative dynamics of DJIA index along with its normalized returns g and D_{KL} calculated for rolling window of 500 days and step size of 1 day

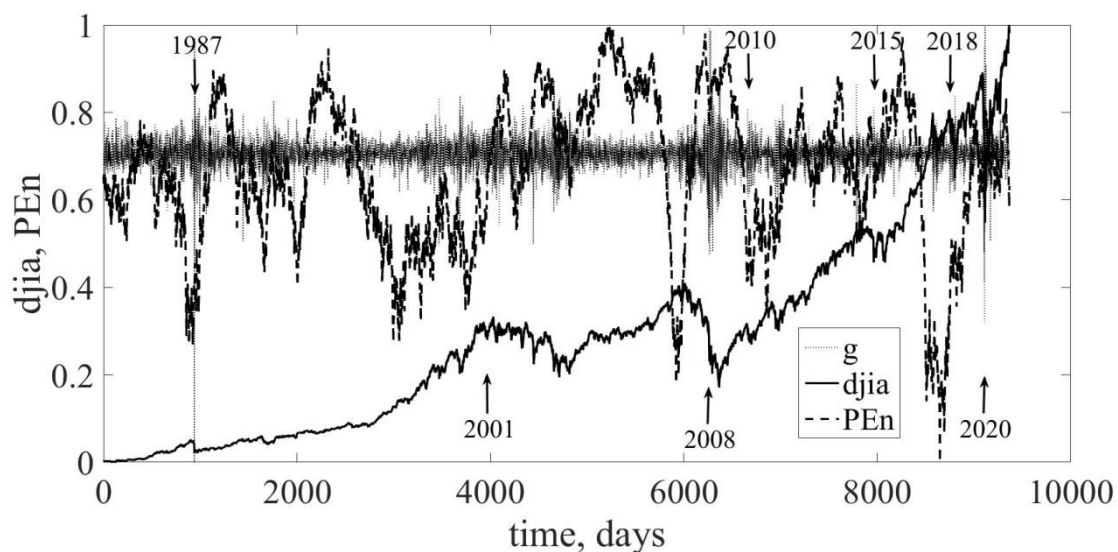


Fig. 3. Comparative dynamics of DJIA index along with its normalized returns g and PEn calculated with rolling window of 250 days and step size of 1 day

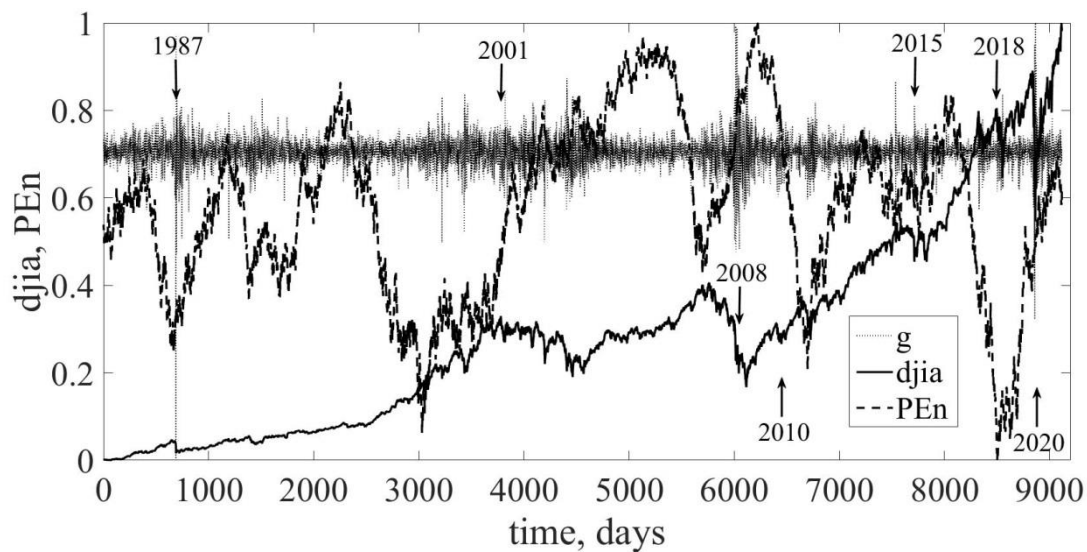
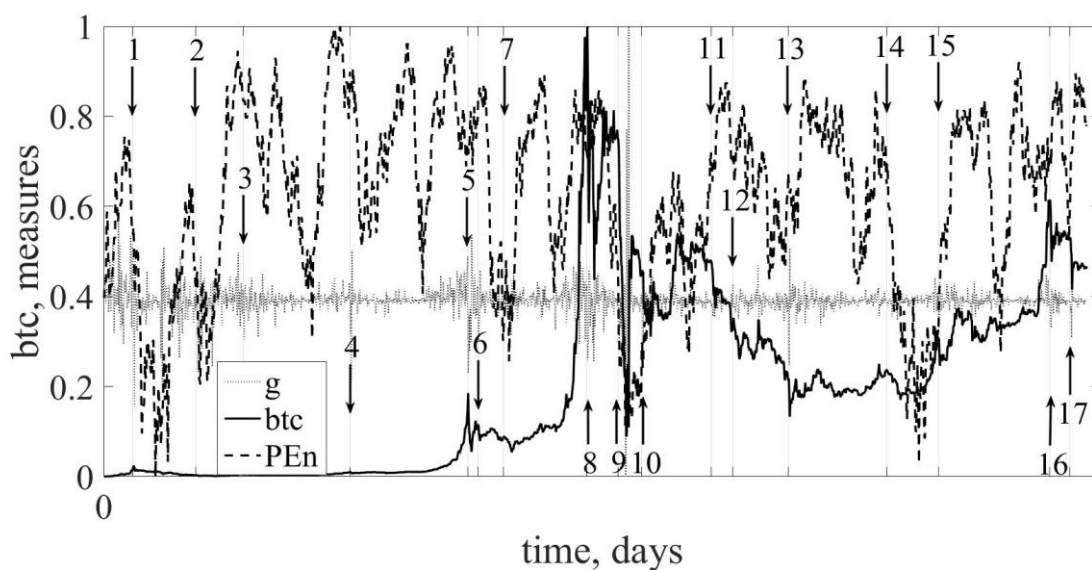
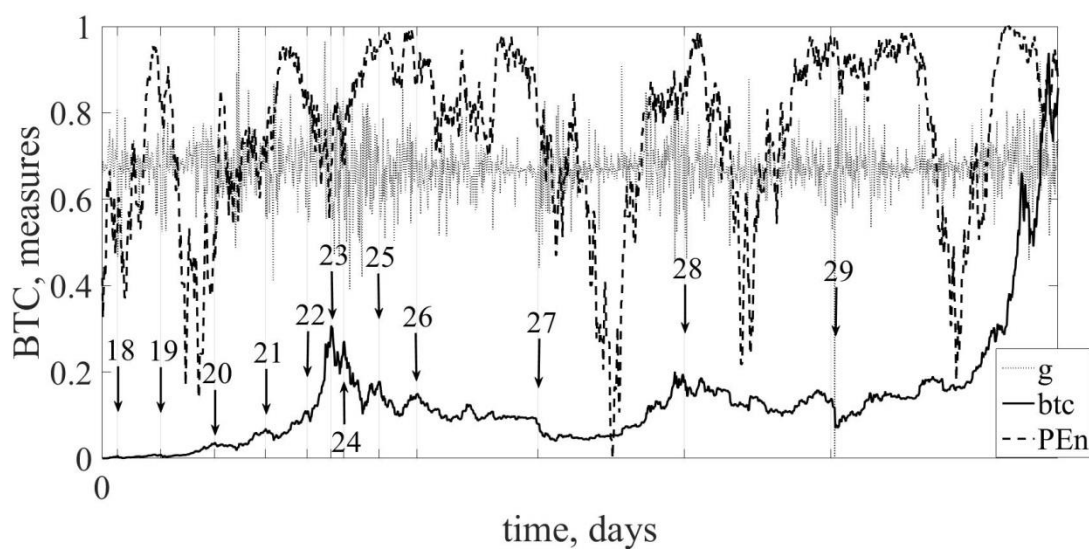


Fig. 4. Comparative dynamics of DJIA along with PEn calculated with rolling window of 500 days

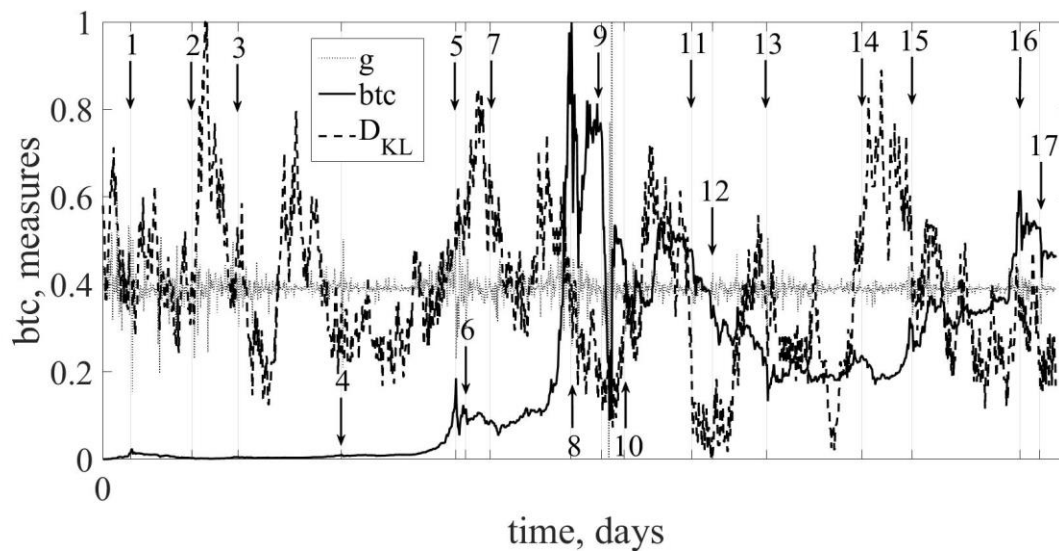


(a)

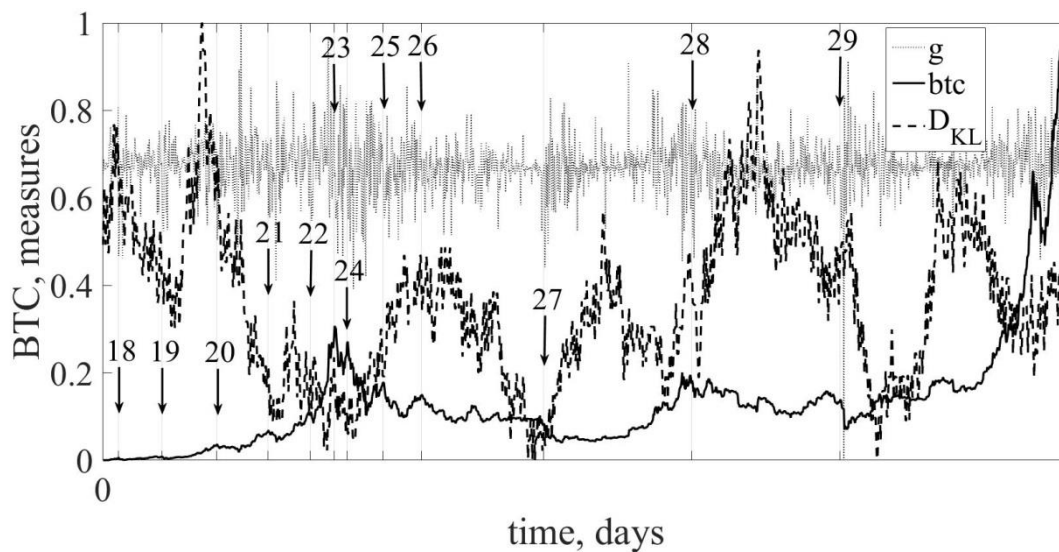


(b)

Fig. 5. Comparative dynamics of the first (a) and second (b) BTC periods along with PEn calculated for rolling window of 100 days and step size of 1 day



(a)



(b)

Fig. 6. Comparative dynamics of the first (a) and second (b) BTC periods along with D_{KL} calculated for rolling window of 100 days and step size of 1 day

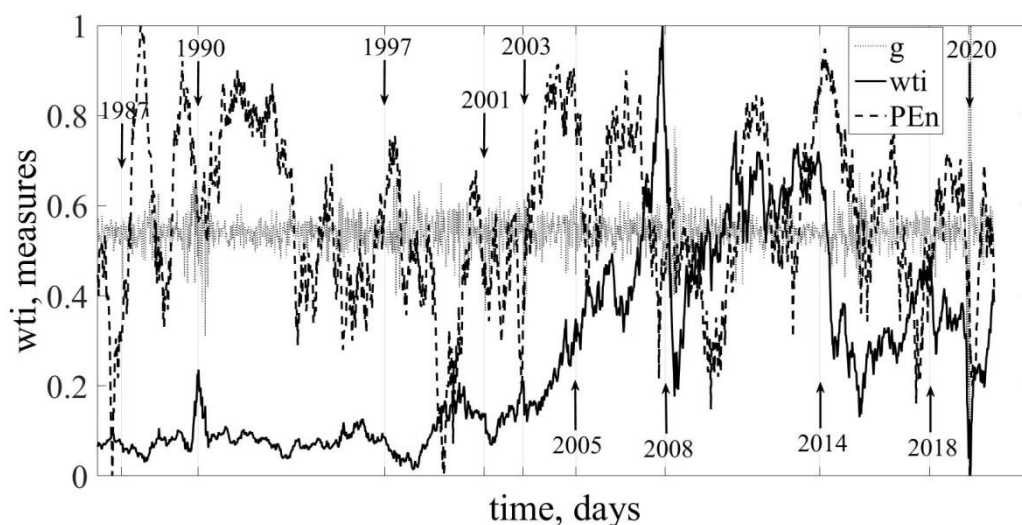


Fig. 7. Comparative dynamics of the oil price along with PEn calculated for rolling window of 250 days and step size of 1 day

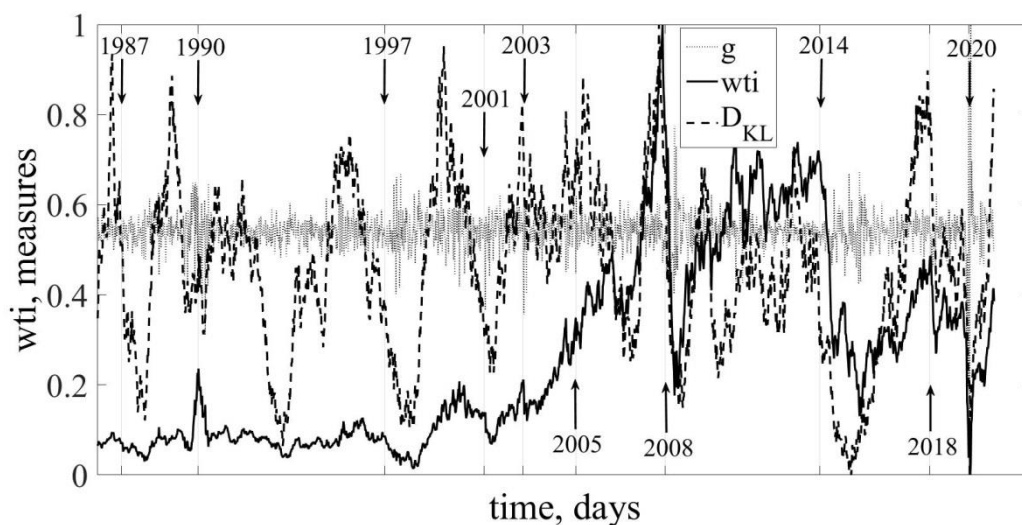


Fig. 8. Comparative dynamics of the oil price along with D_{KL} calculated for rolling window of 250 days and step size of 1 day

Empirical results present that discussed measures are able to distinguish completely random dynamics from deterministic (predictable). In the case of PEn, as this measure become higher, the complexity of the system increases and vice versa. For irreversibility measure based on permutation patterns we have more reversible dynamics for crashes or critical events and more irreversible for usual states.

Conclusions

The obtained quantitative methods were applied to emphasized crisis states in oil, crypto, and stock markets, where it was seen that these indicators can be used in order to identify critical changes in advance. To draw some conclusions about its evolutions and factors that influence it, we pointed out the most influential critical changes in this market.

Regarding empirical results, we could see that some of the measures are very sensitive to the length of the sliding window and its time step. For example, if we consider two closest to each other events, a previous event that had much more volatility can have a great influence on the corresponding measure of complexity or irreversibility and spoil the identification of the next less influential, but important event. Thus, time localization is significant while calculating the measure of complexity. The less time localization and time step, the more corresponding changes are taken into account. For a much larger time window and its step, we can have less accurate estimations.

Nevertheless, as we could see, both measures are presented to be robust and informative. Moreover, the predictive power of permutation entropy is even more characteristic in comparison with the indicator of irreversibility. In further, it would be interesting to test another types of entropies and irreversibility measures.

REFERENCES

1. Arthur, W.B. Foundations of complexity economics. *Nature Review* (2021) 3 136- 145
2. Kuther, R., Ausloos, M., Grech, D., Di Matteo, T., Schinckus and Stanley H E *Econophysics and sociophysics: Their milestones&challenges*. *Physica A* (2019) 516 240-253
3. Bandt, C., Pompe, B. Permutation entropy: a natural complexity measure for time series. *Physical review letters* (2002), 88 174102
4. Bandt, C. Order patterns, their variation and change points in financial time series and Brownian motion. *Statistical Papers* (2020) 61 1565–1588 <https://doi.org/10.1007/s00362-020-01171>
5. Zanin, M., Rodriguez-Gonzalez, A., Ruiz, E.M. and Papo, D. Assessing Time Series Reversibility through Permutation Patterns. *Entropy* (2018) 20 665. doi:10.3390/e20090665

6. Gao, J., Hou, Y., Fan, F., and Liu, F. Complexity Changes in the US and China's Stock Markets: Differences, Causes, and Wider Social Implications. *Entropy* (2020) 22, 75; doi:10.3390/e22010075
7. Soloviev, V., Bielinskyi, A. and Solovieva, V. Entropy Analysis of Crisis Phenomena for DJIA Index. *CEUR Workshop Proceedings* (2019) 2393 434-449
8. Henry, M. and Judge, G. Permutation Entropy and Information Recovery in Nonlinear Dynamic Economic Time Series. *Econometrics* (2019) 7 10. doi:10.3390/econometrics7010010
9. Derbentsev, V. et al Recurrence based entropies for sustainability indices. *E3S Web of Conferences* (2020) 166 13031 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613031>
10. Bariviera, A.F., Zunino, L., Rosso, O.A. An analysis of high-frequency cryptocurrencies prices dynamics using permutation-information-theory quantifiers. *Chaos* (2018) 28, 075511. doi: 10.1063/1.5027153
11. Sensoy, A. The inefficiency of Bitcoin revisited: A high-frequency analysis with alternative currencies. *Finance Research Letters* (2019) 28 68–73
12. Pele, D.T., Mazurencu-Marinescu-Pele, M. Using High-Frequency Entropy to Forecast Bitcoin's Daily Value at Risk. *Entropy* (2019) 21, 102. doi:10.3390/e21020102
13. Sigaki, H.Y.D., Perc, M., Ribeiro, H.V. Clustering patterns in efficiency and the coming-of-age of the cryptocurrency market. *Scientific Reports* (2019) 9 1440. doi.org/10.1038/s41598-018-37773
14. Soloviev, V.N., Belinskiy, A. Complex Systems Theory and Crashes of Cryptocurrency Market. *CCIS* (2019) 1007 276–297
15. Soloviev, V., Belinskiy, A. Methods of nonlinear dynamics and the construction of cryptocurrency crisis phenomena precursors *CEUR Workshop Proceedings* (2018) 2104 116-127
16. Bariviera, A.F., Zunino, L., Rosso, O.A. Crude oil market and geopolitical events: An analysis based on information-theory-based quantifiers. *Fuzzy Economic Review* (2016) 21 41-51. doi: 10.25102/fer.2016.01.03
17. Bielinskyi, A.O. et al Predictors of oil shocks. *Econophysical approach in environmental science. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* (2021) 628 012019
18. Cover, T.M. and Thomas, J.A. *Elements of Information Theory* (Wiley, New Jersey, 2006).

2.5. Формування модельного базису системи управління фінансово-економічною безпекою

Перманентна конкуренція на зовнішніх та внутрішніх ринках, висока мінливість та невизначеність зовнішнього середовища спричиняють появу нових дестабілізуючих чинників, зокрема, пов'язаних з пандемією Covid-19. Це призводить до зростання ступеня ризиковості діяльності, що негативно впливає на стратегічну стабільність функціонування суб'єктів господарювання, їх фінансову спроможність і стійкість їх розвитку, та зрештою, може спричинити кризові явища.

Одним і найбільш важливих завдань організації діяльності суб'єктів господарювання є забезпечення належних умов для безпечної їх роботи та динамічного стійкого розвитку. В свою чергу, це призводить до необхідності урахування максимально можливої сукупності факторів, що здійснюють вплив на функціонування бізнес-одиниць, і можуть бути джерелом реальних чи потенційних загроз їх стабільної діяльності. Зростання ймовірності дестабілізуючих впливів небезпечних факторів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища вимагає від суб'єктів господарювання постійне удосконалення системи управління фінансово-економічною безпекою. Одним з пріоритетних завдань, вирішення яких спрямоване на досягнення цієї мети, є завдання всебічного оцінювання стану та рівня забезпечення фінансово-економічної безпеки та визначення перспективних напрямків їх зміни в умовах зовнішніх та внутрішніх збурень. Вирішення такого завдання передбачає використання сучасного аналітичного інструментарію, важливою складовою якого виступають економіко-математичні методи, моделі та інформаційні технології. Інформаційною базою такого оцінювання виступають як первинні показники фінансово-господарської діяльності, так і похідні від них, зокрема, результати діагностики фінансового стану суб'єктів господарювання. Отримані результати можуть виступити необхідним підґрунтями для прийняття науково-обґрунтованих управлін-

ських рішень в сфері реалізації стратегії розвитку в умовах кризової економіки. Використання модельного базису оцінювання рівня та стану фінансово-економічної безпеки є важливою складовою відповідних механізмів в системі управління фінансово-економічною безпекою суб'єктів господарювання та реалізації ефективної антикризової політики.

Вирішення проблем забезпечення фінансово-економічної безпеки на макро-, мезо- та мікро рівнях характеризується постійним зростанням інтересу науковців і знайшло своє відображення у збільшенні кількості публікацій в цій галузі. В статтях [1–3] розглянуто узагальнення теоретичних аспектів формування системи забезпечення фінансово-економічної безпеки в Україні сучасних економічних реаліях, встановлено характерні особливості процесу забезпечення фінансово-економічної безпеки господарських структур, визначено складові системи забезпечення фінансово-економічної безпеки на мікро- та макрорівнях, запропоновано стратегічні орієнтири для удосконалення системи фінансово-економічної безпеки у сучасних умовах господарювання. М. Василенко та Н. Титова [4] досліджують вплив макро-економічної політики на фінансово-економічну безпеку. В статті зазначено, що за умов постійних змін в макроекономічній політиці, які безпосередньо впливають на фінансово-економічні показники діяльності суб'єктів господарювання, особливе місце в системі обліку та контролю суб'єктів господарювання займає облікова політика. Це сприяє формуванню інформаційного забезпечення в системі оцінювання фінансово-економічної безпеки. Проблематика виявлення та нейтралізації загроз фінансово-економічній безпеці та управління ризиками як в цілому для системи її забезпечення, так і в розрізі її окремих функціональних складових, досліджена в роботах О. Зигрій, Є. Картузова, О. Міщук, О. Орлик, Є. Чаленко, Д. Нанто, Л. Менгганга та інших [5–13]. Зокрема, проведений ґрунтовний аналіз сутності категорії «загроза», встановлено джерела виникнення загроз фінансово-економічної безпеки, проведена їх категоризація за походженнями, ступенем впливу на рівень безпеки та іншими сутнісними характеристиками. Встановлено основні види ризиків, у тому числі пов'язаних

з невизначеністю середовища функціонування суб'єктів господарювання. Запропоновано заходи щодо запобігання загрозам та зниження уразливості системи забезпечення фінансової безпеки від прояву ризиків.

Побудові механізмів забезпечення фінансово-економічної безпеки присвячені праці З. Живко, колективу науковців під керівництвом Т. Василюца, О. Ілляшенко, І. Мойсеєнко, О. Орлик, А. Рамського, С. Мельник [14–21]. Авторами сформовано основні вимоги до побудови таких механізмів, визначено теоретико-методологічне підґрунтя їх створення, зокрема, базові принципи, на яких повинні базуватись побудова та ефективне функціонування механізмів забезпечення фінансової безпеки підприємства, методичні підходи до їх конструювання. Виділено ключові завдання, які повинен реалізовувати такий механізм.

Важливим підґрунтям для формування наукової основи прийняття ефективних управлінських рішень в напрямку забезпечення фінансово-економічної безпеки виступають економіко-математичні методи і моделі. В роботах [22–25] досліджено концептуальні засади моделювання системи забезпечення фінансово-економічної безпеки. Зокрема, встановлено, що намагання урахувати якомога більшої кількості показників для опису системи управління фінансово-економічною безпекою з вирішенням суперечливого завдання поєднання різнотипової інформації зумовлює багатомірність ознакового простору для опису процесів її забезпечення. Це визначає контекст для вибору найбільш відповідного методу з множини можливих багатомірних або інших методів аналізу даних або їх статистичного опису. При цьому багатомірне опрацювання даних можна умовно подати у вигляді послідовності двох етапів: інформаційного та функціонального. Перший етап спрямований на первинне опрацювання даних з метою оцінювання характеристик отриманої вибіркової сукупності, очищення та корегування даних. В результаті здійснюється формування інформаційної бази для застосування методів багатомірної статистики. На другому етапі застосовуються методи опрацювання даних, в залежності від завдань забезпечення фінансово-економічної безпеки. Питання використання економіко-

математичного моделювання для опису різних аспектів системи забезпечення економічної безпеки висвітлені в публікаціях [26–36]. Зокрема, представлені підходи до формування інформаційної бази для проведення розрахунків та формування системи оцінок безпеки. Переважно дослідження спрямовані на використання комплексного інтегрального оцінювання рівня фінансової безпеки з встановленням її рівнів.

Незважаючи на значний доробок науковців у галузі застосування економіко-математичного моделювання до оцінювання системи забезпечення фінансово-економічної безпеки, як цілому, так і на рівні окремих складових, слід зазначити, що в представлених роботах увага переважно приділяється оцінюванню рівня та стану фінансово-економічної безпеки, який часто асоціюється з фінансовим станом. При цьому комплексному використанню інструментарію математичного моделювання в науковому доробку цих авторів приділено недостатньо уваги. Також потребують розроблення питання інтеграції економіко-математичних методів і моделей в механізми управління фінансово-економічною безпекою.

Метою статті є узагальнення існуючих підходів щодо моделювання фінансово-економічної безпеки та формування на цьому підґрунті модельного базису в складі системи управління фінансово-економічною безпекою суб'єктів господарювання, що сприятиме підвищенню дієвості механізмів управління безпекою та створенню наукової бази для прийняття ефективних управлінських рішень.

Формування системи управління фінансово-економічної безпеки пов'язано з вирішення великої кількості взаємопов'язаних завдань, кожне з яких відображає певні характеристики цього процесу.

Підсумовуючи дослідження, проведені в цій галузі [3, 14, 15, 17,23], нами визначені основні завдання, які необхідно вирішити при формуванні системи забезпечення фінансово-економічної безпеки, зокрема:

- досягнення мети функціонування підприємства та захищеності його фінансових та економічних інтересів;

- визначення пріоритетних фінансових інтересів, які потребують захисту у процесі фінансово-господарської діяльності підприємства;
- оцінювання фінансової стійкості та платоспроможності підприємства та визначення шляхів забезпечення його сталого економічного зростання;
- забезпечення підприємства фінансовими та матеріальними ресурсами, достатніми для задоволення потреб і виконання існуючих зобов'язань;
- ідентифікація, оцінювання й прогнозування зовнішніх та внутрішніх загроз фінансово-економічним інтересам підприємства, розробка необхідних заходів для їх запобігання та нейтралізації;

- гарантування захисту конфіденційної інформації;
- виявлення та попередження кризових явищ;
- обґрунтування вибору стратегії і тактики поступового та стабільного розвитку як економічної системи в цілому, так і окремих її підсистем.

В роботі [23] представлена формалізація цих завдань стосовно їх вирішення шляхом використання інструментарію економіко-математичного моделювання, зокрема,

- моделювання поведінки системи фінансово-економічної безпеки з урахуванням викликів зовнішнього та внутрішнього середовища;
- ідентифікація ризиків фінансово-господарської діяльності та оцінювання їх впливу на стан фінансово-економічної безпеки;
- оцінювання обсягу необхідних фінансових та матеріальних ресурсів та їх розподіл для забезпечення фінансово-економічної безпеки;
- оцінювання стану системи фінансово-економічної безпеки та її рівня шляхом розрахунку сукупності визначальних характеристик і розробки заходів для запобігання їх виходу за встановлені межі;
- ідентифікація класу загроз фінансово-економічної безпеки;
- оцінювання фінансової стійкості та платоспроможності підприємства;

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

- моделювання процесів вибору найбільш прийнятної альтернативи в якості складової стратегії та тактики управління системою забезпечення фінансово-економічної системи;

- оцінювання фінансово-економічного потенціалу підприємства;
- оцінювання рівня захисту інформаційного середовища підприємства.

Виходячи з сутності цих завдань, а також ґрунтуючись на концептуальних положеннях моделювання складових системи забезпечення фінансово-економічної безпеки [22, 23], пропонується така структура модельного базису системи забезпечення фінансово-економічної безпеки, представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Структура модельного базису системи забезпечення фінансово-економічної безпеки

Інструмент моделювання	Напрямок використання
1	2
М1-Уніфікована мова моделювання UML	для формалізації, візуалізації, специфікації, конструювання й документування системи управління фінансово-економічною безпекою за допомогою графічних об'єктів.
М2- Інфологічні моделі	для відображення моделі системи управління фінансово-економічною безпекою на інформаційно-логічному рівні абстрагування, який пов'язаний з описом сутностей, їх атрибутів, взаємозв'язків між ними та формуванням інформаційних потоків в базах даних.
М3- Концептуальні моделі	для встановлення категоріального опису взаємопов'язаних понять відповідної предметної області, що використовуються для її подання на рівні властивостей, характеристик, класифікації понять за типами ситуацій, ознаками в даній області і законами перебігу процесів в ній.
М4-Онтологічні моделі	Для формалізації опису понять, об'єктів і ситуацій разом з їх властивостями в процесах проектування бази знань інформаційної системи управління економічною безпекою
М5-Когнітивні моделі	для подання складових системи забезпечення фінансово-економічної безпеки у вигляді графічного зображення структури відношень між концептами, сутностями, елементами; відображення суб'єктивного сприйняття процесів управління системою забезпечення фінансово-економічної безпеки для дослідження її структури та оцінювання стану і поведінки.

МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Продовження табл. 1

1	2
М6-Ментальні карти	для відображення процесу мислення з метою подання інформації у візуальній формі; використовуються як засіб для організації та структуризації інформації при ухваленні рішень щодо заходів забезпечення фінансово-економічної безпеки.
М7-Методи шкалювання даних	для вибору найбільш придатного інструментарію для вимірювання характеристик фінансово-економічної безпеки і подання результатів у зручній для подальшого опрацювання формі.
М8-Методи і моделі фінансового аналізу	для аналізу та оцінювання поточного та перспективного фінансового стану господарюючого суб'єкта на основі вивчення залежності і динаміки показників фінансової інформації; формування інформаційного базису оцінювання рівня фінансово-економічної безпеки.
М9-Експертні методи	Для отримання інформації стосовно системи забезпечення фінансово-економічної безпеки та оцінювання тенденції її розвитку в умовах складності або неможливості отримання кількісних значень відповідних показників, зокрема, внаслідок складності або неможливості застосування процедур вимірювання, неметричної природи показників, високого ступеня невизначеності впливу факторів зовнішнього середовища
М10-Методи і моделі факторного аналізу	для скорочення ознакового простору опису фінансово-економічної безпеки шляхом переходу до нової системи ознак, використовуються також для побудови системи латентних ознак, зокрема, як при повній редукції з побудовою узагальненого показника фінансово-економічної безпеки, так для побудови часткових латентних показників з метою візуалізації об'єктів спостереження у просторі латентних ознак.
М11-Методи і моделі багатомірного шкалювання	для аналізу і візуалізації даних за допомогою розташування точок-об'єктів в просторі меншої розмірності на основі даних про подібність цих об'єктів у вихідному однаковому просторі. Стосовно завдань забезпечення фінансово-економічної безпеки ця група методів може бути ефективною при опрацюванні даних неметричної природи з метою виявлення латентних характеристик безпеки та позиціонування досліджуваних об'єктів в просторі цих характеристик з метою їх структурування, групування за станом забезпечення безпеки.
М12-Методи і моделі інтегрального оцінювання	для скорочення ознакового простору шляхом повної редукції вихідних показників, при вирішенні завдань оцінювання рівня фінансово-економічної безпеки об'єктів спостереження, їх ранжування та групування за виявленою латентною характеристикою.
М13-Моделі кластерного аналізу	для вирішення завдань класифікації об'єктів спостереження за рівнем фінансово-економічної безпеки за умов відсутності навчальної вибірки
М14-Методи і моделі дискримінантного аналізу	для вирішення завдань класифікації об'єктів спостереження за рівнем фінансово-економічної безпеки за умов наявності навчальної вибірки

МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗА
ФИНАНСОВИХ ПРОЦЕССОВ

Закінчення табл. 1

1	2
М15-Методи і моделі теорії нечітких множин та нечіткої логіки	для урахування невизначеності при ухваленні управлінських рішень, формалізації і представлення нечітких понять, категорій і знань, у тому числі лінгвістичних висловів в умовах невизначеної і неповної інформації стосовно рівня та стану фінансово-економічної безпеки.
М16-Методи і моделі оцінювання та урахування ризику	для виявлення та оцінювання ризиків при підготовці відповідних управлінських рішень стосовно забезпечення фінансово-економічної безпеки, встановлення та урахування можливих загроз при формуванні механізмів забезпечення фінансово-економічної безпеки.
М17-Скорингові моделі	для експрес-оцінювання кредитоспроможності позичальників з метою зниження ризику неповернення кредиту; мають обмеження застосування переважно при проведенні кредитних операцій фінансовими установами.
М18-Методи і моделі теорії ігор	для пошуку оптимальних стратегій забезпечення фінансово-економічної безпеки в умовах невизначеності та ризику
М19-Імітаційні моделі	для дослідження поведінки системи забезпечення фінансово-економічною безпекою шляхом комп'ютерної імітації різних сценаріїв розвитку ситуацій, а також оцінювання наслідків різних стратегій поведінки.
М20-Оптимізаційні методи і моделі	для пошуку оптимальних стратегій забезпечення фінансово-економічної безпеки при заданих ресурсних обмеженнях
М21-Методи і моделі прогнозування	для оцінювання рівня фінансово-економічної безпеки або стану системи управління фінансово-економічною безпекою в майбутньому
М22-Методи і моделі кореляційно-регресійного аналізу	для оцінювання щільності зв'язку між складовими фінансово-економічної безпеки та встановлення аналітичного виразу стохастичної залежності між показниками, що відображають рівень фінансово-економічної безпеки, у тому числі й латентними, та чинниками, що визначають цей рівень
М23-Моделі штучного інтелекту	для опрацювання інформації і поєднання її із знаннями, при вирішенні завдань виявлення потенційних загроз фінансово-економічній безпеці, пошуку уразливих місць, запобігання шахрайській операціям з фінансами, захисту від кібератак.
М24-Моделі на основі генетичних алгоритмів	Для вирішення задач оптимізації системи забезпечення фінансово-економічної безпеки і моделювання шляхом послідовного підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію.

Табл. 1 містить узагальнене представлення інструментів моделювання фінансово-економічної безпеки. Наведений базис є відкритим і може бути розвинений шляхом включення нового інструментарію для вирішення

наведених завдань. Джерелом доповнення цього базису можуть виступати нові завдання, що підлягають моделюванню, і відповідно, викликають необхідність пошуку нових методів їх розв'язання. Слід урахувати, що кожен інструмент моделювання містить певну сукупність методів і моделей, які можуть бути використані при розв'язанні окремих завдань моделювання.

Інструменти М1-М6 орієнтовані переважно на опис предметної області і можуть бути використані як при розробленні структури системи управління фінансово-економічною безпекою суб'єктів господарювання на концептуальному рівні, так і при проектуванні інформаційної системи управління фінансово-економічною безпекою. Інструменти М7-М9 спрямовані на підготовку інформаційного базису, який створює підґрунтя для подальшого опрацювання даних. Зокрема, він може бути використаний, безпосередньо при підготовці управлінських рішень, для оцінювання стану і рівня фінансової безпеки, для прогнозування тенденцій в зміні системи забезпечення фінансово-економічної безпеки. Моделі М10-М12 орієнтовані на оцінювання рівня фінансово-економічної безпеки, зазвичай за умови повної редукції ознак. Також цю групу моделей можна використати вирішення наведеного завдання у взаємозв'язку з оцінюванням впливу різних складових економічного потенціалу, показників конкурентоспроможності, фінансової стійкості господарюючого суб'єкта.

Моделі М13 та М14 орієнтовані на вирішення завдань класифікації об'єктів спостереження стосовно рівня фінансово-економічної безпеки, хоча вони часто можуть використовуватись з моделями груп М10-М12. Зокрема, завдання групування можуть вирішуватись у просторі латентних характеристик.

Важливою складовою системи фінансово-економічної безпеки є вирішення завдань комплексного забезпечення і захисту економічної системи від внутрішніх і зовнішніх загроз, підтримка стійкості її функціонування і можливості її розвитку. Об'єктивна непередбачуваність зовнішнього середовища зумовлює урахування невизначеності й оцінювання ризиків, зок-

рема, і при ухваленні відповідних управлінських рішень. Такі завдання можуть бути успішно вирішені за допомогою моделей груп М15-М18.

Оцінювання тенденцій розвитку системи управління фінансово-економічної безпеки, виявлення найбільш впливових чинників та ступеня їх взаємозв'язку з результируючими показниками при дослідженні завдань планування діяльності як в операційному, так і стратегічному періодах, зумовлює застосування моделей М19-М24.

Відзначимо, наведена відповідність між завданнями та способами їх розв'язання не є однозначною. Одні і ті ж завдання моделювання можуть бути вирішені за допомогою різних інструментів. Вибір конкретного засобу залежить від наявних даних, мети моделювання, очікуваних результатів та особистих уподобань дослідника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Носань Н. С. Основи забезпечення фінансово-економічної безпеки на мікро- та макрорівнях: українські реалії / Н. С. Носань, Д. М. Куценко // Проблеми системного підходу в економіці. – 2019. – Вип. 2(1). – С. 51-56.
2. Квасова О. П. Фінансово-економічна безпека як система / О. П. Квасова, Г. О. Хіміч, А. С. Дегтяр // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» . – 2016. – № 12(2). – С. 70-73.
3. Копилюк О. І. Формування системи фінансово-економічної безпеки підприємницьких структур / О. І. Копилюк, О. М. Музичка // Вісник Львівської комерційної академії. Серія економічна. – 2015. – Вип. 48. – С. 104-109.
4. Vasilenko M. Accounting policy the system of enterprise economic security / M. Vasilenko, N. Titova // Amazonia Investiga. – 2019. – vol. 8, No. 22. – pp. 254- 260
5. Зигрій О.В. Вплив ризиків та загроз на стан фінансово-економічної безпеки підприємств / О.В. Зигрій // Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка. – 2016. – Т. 21. – Вип. 1. – С. 105-108.
6. Картузов Є.П. Вплив ризиків і загроз на стан фінансової безпеки підприємств / Є.П. Картузов // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 9. – С. 115-124.
7. Міщук О.В. Оцінка загроз фінансово-економічній безпеці суб'єктів господарювання [Електронний ресурс] / О.В. Міщук. – Режим доступу: http://dspace.udpu.org.ua:8080/jsrui/bitstream/6789/2811/1/oczinka%20zagroz_failu.pdf
8. Орлик О.В. Аналіз факторів впливу на економічну безпеку підприємств та методи захисту від загроз і нейтралізації їх наслідків / О.В. Орлик // Тренди та інновації в сучасній економіці : Колективна монографія / За ред. О.С. Іванілова. – Харків : ХНУ-БА, 2015. – С. 154–165.

9. Чаленко Н.В. Шляхи запобігання внутрішнім загрозам фінансово-економічній безпеці підприємства / Н.В. Чаленко, О.В. Хімич // *International scientific journal*. – 2015. – № 9. – С. 171-174.
10. Цвайг Х. І. Загрози фінансовій безпеці підприємства та шляхи їх усунення / Х. І. Цвайг, Н. В. Галайко // *Причорноморські економічні студії*. – 2016. – Вип. 11. – С. 181-185.
11. Nanto D. K. Economics and National Security: Issues and Implications for U.S. Policy [Електронний ресурс] / D. K. Nanto. Режим доступу: <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R41589.pdf>.
12. The economic security of business transactions. Management in business / Edited by K. Raczkowski, S. Schneider. – Oxford: Chartridge Books Oxford, 2013. – 448 p.
13. Menggang Li. Research of industrial security theory / Li Menggang. –Berlin: Heidelberg, 2013. – 443 p.
14. Живко З.Б. Економічна безпека підприємства: сутність, механізми забезпечення, управління : [монографія] / З.Б. Живко. – Львів : Ліга-Прес, 2012. – 256 с.
15. Фінансово-економічна безпека підприємств України: стратегія та механізми забезпечення: монографія / [Т.Г. Васильців, В.І. Волошин, О.Р. Бойкевич, В. В. Каркавчук] ; за ред. Т.Г. Васильціва. – Львів: Ліга-Прес, 2012. – 386 с.
16. Коваленко Д. І. Механізм забезпечення фінансово-економічної безпеки підприємства / Д. І. Коваленко, А. О. Легка // *International scientific journal*. – 2015. – № 8. – С. 118-122.
17. Іляшенко О. В. Механізми системи економічної безпеки підприємства : монографія / О. В. Іляшенко. – Харків: Мачулін, 2016. – 504 с.
18. Орлик О. В. Концепція забезпечення фінансової складової економічної безпеки підприємства / О. В. Орлик // *Вісник соціально-економічних досліджень*. – 2016. – № 1. – С. 160-168
19. Ramskyi A. Mechanism of formation of financial security of an enterprise / A. Ramskyi, A. Solonko // *Європейський науковий журнал економічних та фінансових інновацій*. – 2018. – №1. – С. 14-20. – Doi: <https://doi.org/10.32750/2018-0102>
20. Мельник С. І. Основні структурні елементи механізму забезпечення фінансової безпеки підприємства / С. І. Мельник // *Причорноморські економічні студії*. – 2019. – Вип. 44. – С. 72-76
21. Мойсеєнко І. П. Механізм управління фінансово-економічною безпекою підприємства / І. П. Мойсеєнко, О. О. Шолок // *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. – 2011. – Вип. 21.2. – С. 141–146.
22. Григоруk П. М. Методологічні засади моделювання системи забезпечення фінансово-економічної безпеки в умовах невизначеності і багатомірності ринкового середовища / П. М. Григоруk, Н. А. Хрущ // *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економіка»*. – 2017. – №. 1 (7) – С. – 198-204
23. Hryhoruk P. M. Conception of modeling the system of ensuring financial economic security / P. M. Hryhoruk, N. A Khrushch, O. V.Chuniak // *Науковий вісник Полісся*. – 2019. – № 1 (17). – с. 158-165.

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

24. Філімонюк Є. В. Теоретичні основи моделювання системи фінансово-економічної безпеки підприємства / Є. В. Філімонюк, І. О. Тарасенко // *International scientific journal*. – 2015. – № 8. – С. 162-165.
25. Моделювання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство / Геєць В.М., Кизим М.О., Колебанова Т.С., Черняк О.І. ; за ред. В. М. Геєця. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2006. – 240 с.
26. Іванченко Н. О. Фреймово-онтологічне моделювання фінансової складової економічної безпеки підприємства / Н. О. Іванченко // *Актуальні проблеми економіки*. – 2012. – № 4. – С. 300–304.
27. Новіков А. О. Моделювання фінансово-економічної безпеки транспортних підприємств на основі факторного аналізу / А. О. Новіков, М. М. Новікова // *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. – 2014. – № 6. – С. 42–49.
28. Chagovets L. O. Econometric modelling of economic security in business operations management / L. O. Chagovets, V. P. Nevezhin, O. V. Zakharova // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2014. – № 779 : Проблеми економіки і управління. – С. 228–233.
29. Ілляшенко О. В. Модель оцінювання стану системи економічної безпеки підприємства / О. В. Ілляшенко // *Проблеми економіки*. – 2015. – № 3. – С. 301 – 308.
30. Головка О. Г. Моделювання рівня фінансової безпеки підприємства / О. Г. Головка, О. О. Губарев, А. А. Кривонос // *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки*. – 2016. – Вип. 16(4). – С. 148-151.
31. Ganushchak T. (2017). Dynamics of development of financial safety of the enterprise as a complex economic security of the state / T. Ganushchak // *Baltic Journal of Economic Studies*. – 2017. – Vol. 3(4). – pp. 32–37.
32. Корецька О. В. Моделювання індикаторного підходу до оцінки фінансово-економічної безпеки стивідорних компаній / О. В. Корецька, Л. В. Ширяєва // *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. – 2019. – Вип. 3. – С. 137-148.
33. Патарідзе-Вишинська М. Економічне моделювання оцінки рівня фінансової безпеки підприємств / М. Патарідзе-Вишинська // *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Економічні науки*. – 2019. – № 1. – С. 75-80.
34. Assessment of Bank's Financial Security Levels Based on a Comprehensive Index Using Information Technology [Електронний ресурс] / Nila Khrushch, Pavlo Hryhoruk, Tetiana Novorushchenko, Sergii Lysenko, Liudmyla Prystupa, Liudmyla Vahanova // *CEUR-WS*. – 2020. – Vol. 2713. – pp. 239-260. – Режим доступу: <http://ceur-ws.org/Vol-2713/paper23.pdf>
35. O. Stashchuk, A. Vitrenko, O. Kuzmenko, H. Koptieva, O. Tarasova, L. Dovgan. Comprehensive System of Financial and Economic Security of the Enterprise / O. Stashchuk, A. Vitrenko, O. Kuzmenko et.al. // *International Journal of Management*. – 2020. – Vol. 11. – No. 5. – pp. 330-340
36. Assessment of the level of financial and economic security at machine-building enterprises: evidence from Ukraine / A. Cherep, D. Babmindra, L. Khudoliei, Y. Kusakova // *Problems and Perspectives in Management*. – 2020. – № 1. – pp. 33-47.

2.6. AI at banking services

Creating the more personalised services that today's consumers expect requires well trained and motivated employees to make them a success. But it also requires scalable data-driven processes alongside those employees. Taking repetitive and easily automated work away from skilled and experienced staff means that more personal services, with a human face, can be provided for customers. How many more calls and appointments could a relationship manager fit into their day if they didn't have to manually fill in a potential customer's details each time they took a new enquiry? Robotic process automation is already being used to implement this kind of operational efficiency across banking businesses. However, looking at broader opportunities, intelligent automation has the potential to create frictionless experiences for the customer. By using the full spectrum of AI technologies, through dynamic and constantly adapting analytics, banks can ensure more processes are revolutionised by intelligent automation. For instance, using voice recognition to assess the sentiment of a customer interacting with a robo-advisor, and switching them to a human well before they become frustrated, could ensure they see an application through from start to finish across many products and services.

The three main channels where banks can use artificial intelligence to save on costs are front office (conversational banking), middle office (fraud detection and risk management) and back office (underwriting). Banks can use AI to transform the customer experience by enabling frictionless, 24/7 customer service interactions – but AI in banking applications isn't just limited to retail banking services. The back and middle offices of investment banking and all other financial services for that matter could also benefit from AI. [1]

AI is now starting to allow the bank to provide more personalized insurance offerings depending on where customers live, know if they will be coming back from a deployment soon and offering various services to help them

transition home, and other personal offerings. Without AI, this just can't be achieved at scale. The bank still has a ways to go before true hyperpersonalization is achieved, but internal discussions continue about the best path forward.

Storage and banking data management are two areas where AI will reduce the costs of storing more data, increase the speed of accessing it and reduce the managerial burdens around compliance, making data more useful on many fronts.

Banking providers are the custodians of vast amounts of data. Many GAFAs organisations (Google, Apple, Facebook, Amazon), despite their huge successes with public data, would dearly love to be in possession of so much customer information. A bank is, of course, bound by a code of ethics in using personal data, and maintaining customer trust is paramount. However, customer sentiment is leaning towards a willingness to let banks use their financial data – if it means a better service. Indeed, almost two-thirds said they would be comfortable letting their bank do this. That said, there are limitations in what customers will accept – two-thirds also say they wouldn't be happy for a bank to use social media to gather information about them, for example. This perhaps shows that, while many consumers still trust their bank to do the right thing, they have less trust in the security of social media. This sentiment may not last for long – especially as customers become increasingly happy to use services provided by GAFAs. The wealth of information at a bank's disposal represents a truly unique advantage. It can offer insights into the lives of customers, their ambitions, their dreams, their needs and their challenges. Importantly, this data can feed the analytics which guide the development of ever more personalised services for customers. Breaking down the silos of data, and creating more dynamic ways of accessing it, will make banks the standout financial services providers in an increasingly fragmented industry.

The banking and financial services industry used to be one of the most personal experiences a customer could have. Take banking, for example. You'd turn to your bank manager in times of joy when looking at your first home, or in

tougher times to get financial help and advice. But today, that level of empathetic, valuable customer service has largely been sacrificed at the altar of digital scalability, speed and reduced costs. [2]

Instead of a personal, face-to-face conversation – sharing momentous moments with customers, or supporting them with empathy and warmth – customers are now more likely to self serve, fill out an online form or message a chatbot. The better way, by filling this digital experience divide with conversational AI – with digital human banking, insurance and financial assistants that replicate the best of human-to-human customer experiences.

One of the biggest challenges in using AI tools in storage and data management lies in identifying and rectifying gaps between observation and actions. For example, IT will face challenges in order to lower cost, while also keeping the data online, transactional and performs for the business. Infrastructure software, such as databases, have traditionally not been very flexible.

First of all, AI provides better security. Today, when the digital world is growing, the risk of cyber attacks and frauds is also increasing. AI offers a variety of ways to protect data, such as multi-factor authentication and biometric logins through fingertips and palm scanning.

Secondly, AI opens new doors for more personalized mobile app experience since ML algorithms allow applications to analyze users' behavior and provide personalized recommendations to them, thus ensuring better customer satisfaction. What is more, AI-powered applications provide better consumer engagement without any quality losses. As an example, instead of typing it is possible to use voice commands that allow users to save time on typing queries.

Another useful feature offered by AI is a new level of analytics. ML tools make it possible to track user behavior and some of mobile app performance metrics such as availability, errors, response time, average speed, and others. All of these features and many others widen the horizons of mobile app development, increase the connection with the users, and increase customer satisfaction. In general, AI is a huge sphere that includes a great number of sub-

branches like Machine Learning (ML), Computer Vision (CV), and Natural Language Processing (NLP). ML aims to give computers the ability to study without being programmed. The main goal of it is to find a way to develop teaching programs that will let computers study on their own. Snapchat Filters that allow people to use face filters may serve as a good example of Machine Learning for mobile apps. People don't have any problems distinguishing faces, however, it is not that easy for computers. Snapchat uses ML algorithms to scan millions of faces to learn to differentiate them.

Computer Vision is a branch that seeks to find a way for computers to "see", to understand the visual information presented in photos and videos. Although human vision is known for its complexity and is superior to computer vision, a few steps have already been taken to achieve better results. Some time ago it was trendy to try on filters in social media that could make you look like the opposite sex or look older. The technology that has made it real is Computer Vision.

NLP is another important field that lets computers understand and interpret human language both spoken and written. Nowadays we take for granted such things as predictive text, search options that Google offers us and even smart assistants like Siri from Apple and Alexa from Amazon. However, for the previous generation of technologies, those were only bold ideas. [3]

The impact of Artificial Intelligence in banking, especially in the customer support segment has helped the financial institutions shape customer's perception of them. Customer satisfaction directly impacts the performance and revenue of any organization and the banking industry is not an exception. With the help of AI chatbots and voice assistants, banks are now able to serve their customers 24/7 irrespective of their time zone or location. Moreover, using AI and ML for faster and granular analysis, banks can effectively address the customer's need by drawing compelling insights from the customer's digital footprint and payment behaviour. AI also helps customize the bank's offerings for an entirely different audience, ever-expanding their existing base. Thus, AI

helps financial institutions in providing their clients with the right services when they need them most. [4]

AI will not only empower banks by automating its knowledge workforce, it will also make the whole process of automation intelligent enough to do away with cyber risks and competition from FinTech players. AI, integral to the bank's processes and operations, and keeps evolving and innovating with time without considerable manual intervention. AI will enable banks to leverage human and machine capabilities optimally to drive operational and cost efficiencies, and deliver personalized services. All of these benefits are no longer a futuristic vision to accomplish for banks. By adapting AI, leaders in the banking sector have already taken actions with due diligence to reap these benefits. [5]

An effective way to keep customers better informed and gain a competitive edge is by using insights gleaned through data aggregation to inform communication protocols. Astute use of data aggregation, supported by notification APIs, helps customers to get the best return on practical financial advice. Push notifications are not only being used to notify customers of potentially fraudulent activity or to let them know when they've gone over their overdraft limit, relaying a well-rounded picture of an individual's financial health.

If a bank or a financial service organisation is able to deliver timely, insight-led advice to its customers via push notifications on their smartphones, they can build two-way intuitive relationships. This is where the real competitive advantage in push notification best practice lies, particularly as younger audiences increasingly demand a personalised 24/7 relationship with service providers. [6]

There are benefits and capabilities provided by the mobile banking experience, which I believe will drive a shift in customer behavior away from the in-person banking option and the limitations of physical branches. For one, a digital platform can provide a high-touch experience that you cannot get in a physical bank. With the physical bank, you aren't able to assign a relationship

manager to every customer, however, that is possible with digital. In one of the banks that we worked with; they were able to assign 5,000 customers to just one relationship manager. That would be impossible to do in-person.

The shift from a bank customer market to a bank service market. The bank model has typically categorized customers and provided them with different levels of service based on the bank's judgment. With a digital platform, banks are able to make their services available to all customers on-demand, and it's then up to the customer to take advantage of those services as it fits their individual needs. This creates a persistent relationship between customer and bank, as each client profile and history stay within the organization for seamless ongoing relationships through any relationship management transition. With digital, banks will be able to optimize their resources, and thus, maximize the transaction potential of their customer base.

The key for banks is to integrate features focused on convenience and accessibility such as messaging, video chat, document collaboration, and more, to create an engaging solution for customers to use from anywhere, and at any time. As customers become more comfortable with virtual banking, and a drastic increase in the adoption of mobile and digital banking is seen, an opportunity is created for banks to provide a digital experience that exceeds the high-touch level of service customers would typically expect in-person. Leveraging a platform as an extension of a website can give banks an easy way to mirror the in-branch experience digitally, allowing clients to take their experience remotely. [7]

The value of a cloud-based bank operating system became paramount. Institutions that had the right systems in place were up and running from their home offices and dining room tables in a matter of minutes, ready to continue business without interruption and with minimal friction. This meant they were able to help their clients throughout the pandemic – whether it was offering the ability to digitally complete a deposit account application, transfer funds.

While cloud technology can help with immediate needs, the future is still uncertain, and the flexibility and agility of cloud technology will continue to

prove its value when it comes to meeting customers' changing needs and preferences. Financial institutions must realize that many of the changes brought about by the pandemic, such as an increase in the use of digital services, will likely be permanent: McKinsey reports that 75% of people using digital channels for the first time indicated that they will continue to use them when things return to "normal." This trend was seen across global regions and industries, but the banking industry showed the highest percentage of digital adoption by consumers. [8]

At the banking industry is a pronounced shift away from legacy applications toward new, innovative applications that run on the cloud. But this isn't just an infrastructure transformation, although that's an important part of it. It's also a cultural transformation as banks look to streamline internal processes and equip employees with real-time data access and innovative applications to deliver great customer experiences.

It has become an axiom in business that customers expect digital experiences that match their last great experience with a company. For example, I'm not looking for Bank A to deliver the same or slightly better experience than Bank B. I'm comparing Bank A to Amazon, where I can find what I need in seconds and have it delivered in less than 48 hours. [9] Clients expect to have their needs met on their terms, not your financial institution's. Increasing the self-service options and adding depth to virtual platforms is a great way to improve relationships with clients [10]

The interaction of the banking client with the mobile application is based on the vital needs that arise every day. Having the ability to take into account the fact that users have a limited number of banking transactions can be taken into account as a moment of user interaction with those applications that are important to the user. Carrying out daily activities, the user has the opportunity to pay for purchases in the store, even without visiting stores or pay for travel in the subway without having to buy a ticket. Such actions occur as the need for the bank's client to meet the needs, on the one hand, is a routine task that must be performed on the day, and on the other hand, it is the need to process

information about all these events. This amount of information that is generated in one day can be a valid source of data that must be provided to the bank's client every day through social networks, contextual advertising, and direct offers to the bank's client's mail.

The bank's client has the opportunity to choose the service that is more important for the current situation and there is no need to issue information that will be irrelevant. In this case, as the prayer to provide the customer with banking services, the ability to choose and make a choice of bank tracks become an integral part of such interaction, the action of the mobile application user is the component that affects the further interaction of the service provider with the desire to provide such a service. soldering involves the conscious choice of the bank's client of the number of services and to the extent that are necessary at the moment and the specific situation.

The number of transactions can be much higher depending on which of the customers, the solder of banking services will be in question. In any case, information about the interaction with the final message should be taken into account. The number of messages in different messengers varies depending on how many groups and how many direct messages are sent to the user, this may be the part of the city where restaurants and other services are located. When visiting one part of the city, the bank's client eventually returns to his permanent place of residence, in which case the number of notifications sent to the bank's client during the city move may vary depending on the willingness to provide the service and the ability to consume it.

The purpose of sending a message to the service provider is to inform the customer of the bank about the possibility of receiving the service, as long as the customer is interested in services, taking into account previous consumption of this service in the past, it can be taken into account to obtain the desired result consumer. Mobile applications in this case are of great value for service providers and consumers, given the fact that the interaction is not only through the touch screen but also through voice commands, the user of the mobile application has the opportunity to receive exactly the services that meet the

needs. This is measured by the bank's credit limit, which is the purpose of possible consumption. Machine learning, taking into account the fact that artificial intelligence, in this case, can decide to send a message to the user about the service to persuade the bank's client to pay for such a service using banking operations. At fig. 1 presented Algorithm of functioning AI at banking services notification.

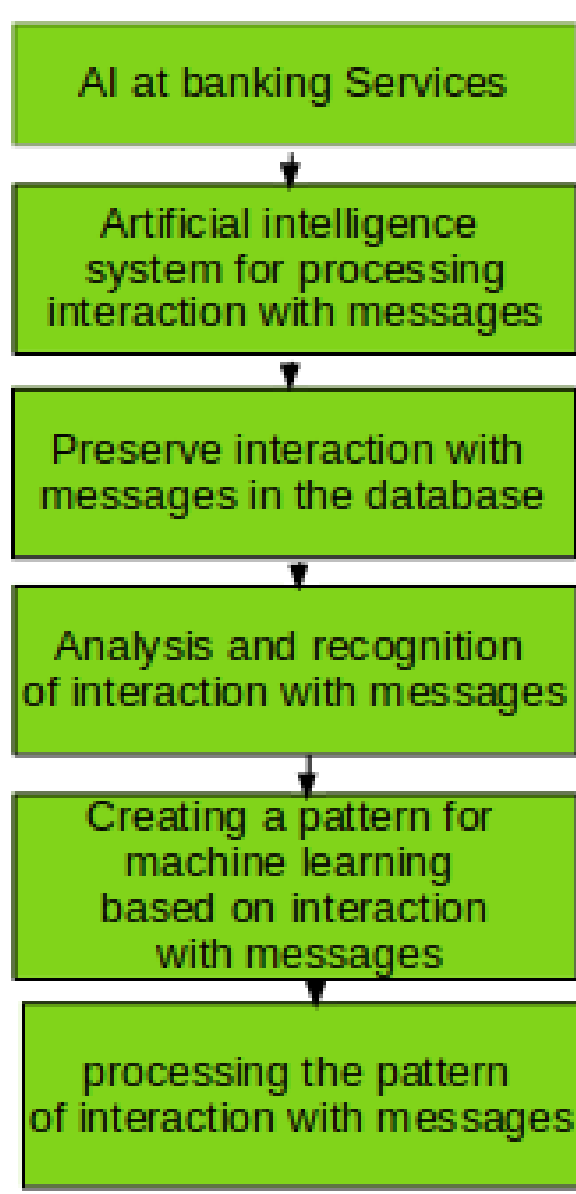


Fig. 1. Algorithm of functioning AI at banking services notification.

The architecture of the banking notification system presented in (Fig. 2), in our opinion, may include the following sufficiently necessary computer, software, service, and organizational support:

- Banking notification system;
- Amazon Athena AI;
- Amazon Machine Learning AI service;
- RDS PostgreSQL;
- Information and analytical system.

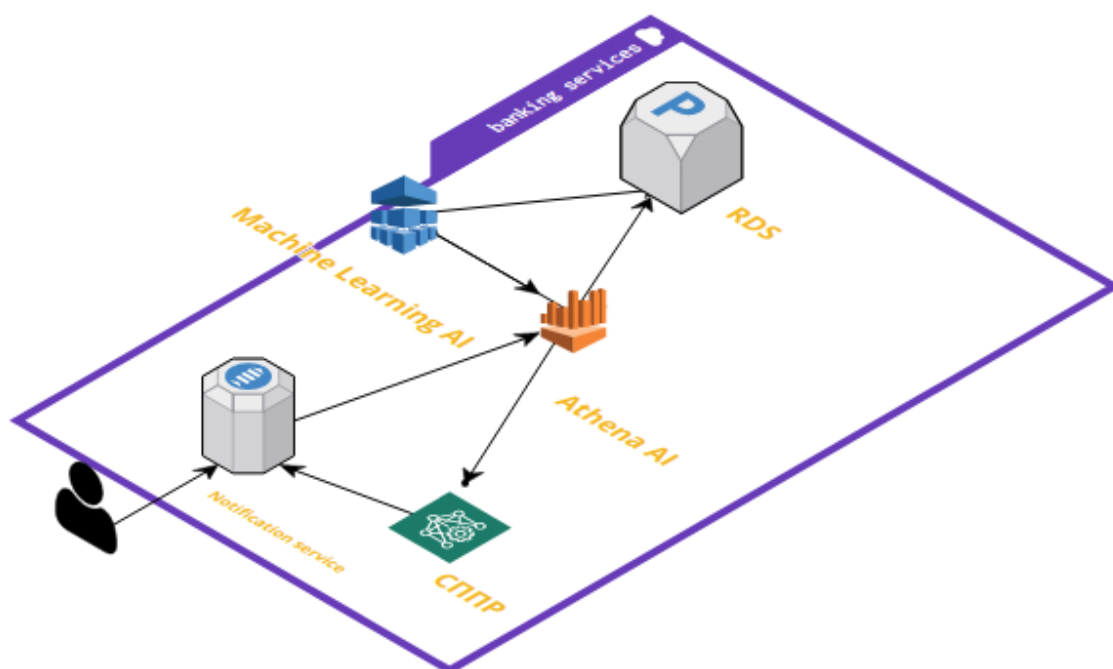


Fig. 2. Architecture of the banking system notification system

Amazon Athena is an interactive query service that allows you to easily analyze data directly in the Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) using standard SQL queries. With a few steps in the AWS Management Console, you can direct Athena to your data stored in Amazon S3 and start using the standard SQL module to run special queries and get results in seconds.

Amazon Machine Learning (Amazon ML) is a cloud service that makes it easier for developers to create machine learning models (ML). Once your mod-

els are ready, Amazon ML makes it easy to get forecasts for your app with simple APIs.

Amazon (Amazon RDS) is a web service that simplifies the setup, operation, and scaling of a relational database in the AWS cloud. It provides cost-effective and variable power for a standard relational database in the industry and manages typical database administration tasks.

Information-analytical system in the provision of banking services - involves the use of the system and developed user product to work with the results of the analysis of processed information of user interaction with messages, to further improve and enhance the sending of messages.

The organization of the architecture of the notification system for banking services is reduced to the following processes:

1. User interaction with mobile application messages, recording and sending banking services to the notification system;

2. The notification system of banking services transmits and records the necessary information about the user's interaction with messages. This information is analyzed using Amazon Athena AI, based on which a generalization is made to display the user's interaction with the mobile application;

3. The defined generalization is written down in a database and further analyzed with the creation of patterns using Amazon Machine Learning. Subsequently, the patterns are re-analyzed using Amazon Athena AI, based on which further correction of messages in the information-analytical system can be performed.

Thus, the bank becomes an integral part of each operation in the formation of the message in the proposed architecture. Also, it is possible to use mobile devices of users, for example, based on interaction with the user's device, you can personalize messages, activate mobile applications, and make decisions for further message formation to best meet user needs and combine such needs with the bank's ability to pay for such services.

The proposed architecture of the banking notification system can increase the effectiveness of notification of banking customers using the advanced capa-

bilities of the infrastructure of information and communication technologies, such as legislative and legal advice.

The advantage of this architecture (Fig. 2), and the construction on its basis of intelligent information systems for working with users of banks is the ability of the banking institution: to process user interaction with messages about services that can be provided by the bank; accumulation, processing, and analysis of information about the preferences and priorities preferred by the client of banking services; interaction with the mobile device during all time of use of the mobile application in which paid services can be connected; get information on which of the services are of greater value to the bank's client with a subsequent offer and recommendation of those services that the client prefers.

Intellectualization of management information systems and their transformation into intelligent knowledge management information systems, decision support systems are the most important and important area for the economy and financial and credit activities of Ukraine [11]. This study can be attributed to unstructured tasks because in this case, as soon as the message is sent to the user, the probability of opening such a message is not clear. The most suitable for solving unstructured problems are intelligent information systems – AI systems that can learn, namely neural networks and genetic algorithms [11]

Here are five processes why messages controlled by artificial intelligence should be used in an intelligent information system:

1. The system can use a set of notifications to notify the customer of the bank about the new service, as well as to provide recommendations for further effective use. Users will not need to limit the number of messages, as the results of the analysis will allow you to change the number of messages depending on how much the user pays attention to the messages sent, also, the system will be suitable for self-learning.

2. The system based on knowledge provides correct and reliable information for the user when using the necessary services of banks.

3. The system offers personalized information, optimizes the set of messages, which allows you to send to the user exactly those messages that will be

more matching pattern and, as a result, more services provided to the bank's customer. Based on this interaction, rules are set for sending the next new message.

4. The system provides flexible conditions for sending notifications when making decisions, which will allow us to understand the reason for the established restrictions and to take such restrictions into account in the future. It is also possible to use modern flexible methodologies for designing intelligent information systems.

5. The notification system allows you to change the quantitative and qualitative characteristics of the information in the message to the user when setting priorities for the use of interest in certain services.

Conclusion

The article considers architectural approaches to the design of intelligent information systems of banking with the use of artificial intelligence, information and communication software, computer service equipment using the technology of providing banking services to users of banks. The functioning of the intelligent information system is considered on the example of the interaction of messages with users of the bank. Characteristic processes in intelligent information systems of banking activity that are capable to study and to which, first of all, neural networks and genetic algorithms are carried out are defined. The interaction of the banking institution with customers in the framework of integration with mobile applications and mobile applications used by the bank's customers is proposed. The article deals with the processing of information on interaction with mobile devices and customer applications that are connected to the payment system. Banking services are becoming more relevant and accessible to the bank's customers than ever before, which is an integral part of everyday life.

REFERENCES

1. The impact of artificial intelligence in the banking sector & how AI is being used in 2021 [Online]. Available: <https://www.businessinsider.com/ai-in-banking-report>

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

2. Digital humans for banking and finance [Online]. Available: <https://digitalhumans.com/conversational-ai-for-banking-and-finance/>
3. How AI Can Help Mobile Applications Drive a Competitive Edge [Online]. Available: <https://scand.com/company/blog/how-ai-can-help-mobile-applications-drive-a-competitive-edge/>
4. Impact of Artificial Intelligence in the Banking sector: How is AI transforming the banking industry? [Online]. Available: <https://intonenetworks.com/impact-of-artificial-intelligence-in-banking-sector/>
5. Why banks need artificial intelligence [Online]. Available: <https://www.wipro.com/business-process/why-banks-need-artificial-intelligence/>
6. Why push notifications improve customer experiences. [Online]. Available: <https://www.financedigest.com/why-push-notifications-improve-customer-experiences.html>
7. Mobile Banking Is On The Rise Due To Covid-19 -- But Something's Lacking From Most Bank Apps. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/garydrenik/2020/09/22/mobile-banking-is-on-the-rise-due-to-covid-19-but-somethings-lacking-from-most-bank-apps/?sh=1f4e636c1a95>
8. The Future Of Banking Is Digital [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/11/02/the-future-of-banking-is-digital/?sh=3cb49feb3182>
9. How Will Banks Compete in the Platform Era of Financial Services? [Online]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/blog/the-banks-of-tomorrow-will-look-a-lot-more-like-amazon-and-apple>
10. How The Amazon Effect Has Changed The Financial Industry [Online]. Available: <https://blog.qualitydatasystems.com/the-amazon-effect-and-the-financial-industry>
11. Ustenko S.V. The concept of development of information control systems // S.V. Ustenko, M.S. Kurkov / International monograph: Information control systems and technologies / For general. ed. Dr. econ. Sciences, Professor Ustenko SV ISBN 978-966-926-307-0. [Online]. Available: Bialostockie Wydawnietwo Naukowe e-BWN - publishing platform www.e-bwn.com - 2020. 419p., P.7-25. <https://is.gd/sO7Fgk> //]

2.7. Модель прогнозування індексу долара

Долар США у світовій економічній системі завжди грав домінуючу роль. Американський долар є базовою валютою в міжнародній торгівлі товарами і послугами, лідирує в валютно-обмінних операціях. Долар успішно реалізує накопичувальну функцію і є основною резервною валютою для більшості держав світу, які мають в своїх золотовалютних резервах значну частку американської валюти і американських цінних паперів. Таким чином, прогнозування динаміки курсу долара є задачею, що ніколи не втрачає актуальності.

На сьогоднішній момент часу існують два найбільш популярних індекси, що відображають курс американського долара по відношенню до кошика іноземних валют.

Широкий індекс долара (Торгово-зважений індекс американського долара) розраховується на щотижневій основі і публікується Федеральним резервним банком з 1998 року. Індекс визначає вартість американського долара проти кошика з 26 валют, в який входять валюти країн, що є основними торговельними партнерами США. На рис. 1 представлені дані про вагові коефіцієнти валют країн-учасників індексу.

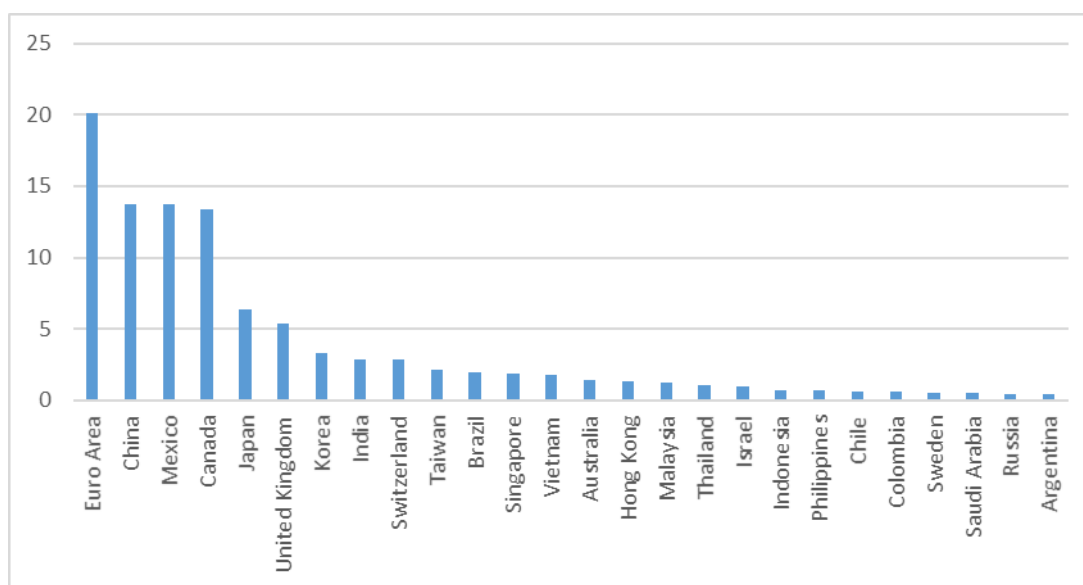


Рис. 1. Вагові коефіцієнти складових широкого індексу долара

Вузський індекс долара розроблений фірмою JP Morgan в 1973 році і модернізувався всього один раз, коли європейські держави перейшли на єдину валюту – євро. За основу був узятий базовий показник – 100, щодо даної цифри визначалося зростання або падіння вартості долара. Точкою відліку був прийнятий березень 1973 року, коли більшість країн перейшли на плаваючий курс національних валют. На рис. 2 представлені вагові коефіцієнти для валют країн-учасниць індексу.

Формула розрахунку вузького індексу має вид:

$$\text{USDX} = 50.14348112 * \text{USDEUR}^{0.576} * \text{USDJPY}^{0.136} * \text{USDGBP}^{0.119} * \text{USDCAD}^{0.091} * \text{USDSEK}^{0.042} * \text{USDCHF}^{0.036}.$$

Коефіцієнт 50.14348112 призводить індекс долара до значення 100, якщо в формулу будуть підставлені курси валют на березень 1973 року.

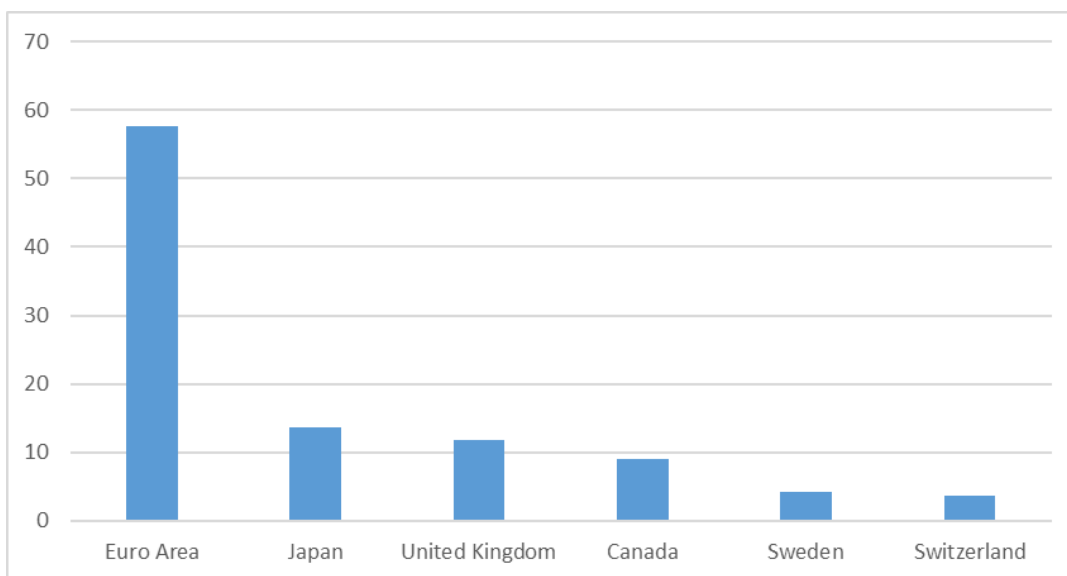


Рис. 2. Вагові коефіцієнти складових вузького індексу долара

На рис. 3 наведено графіки обох індексів за період з 2006 р. по початок 2021 р. Як бачимо, динаміка значень повторює одна одну, і це пояснюється насамперед тим, що в обох індексах найбільші значення вагових коефіцієнтів відносяться до євровалюти.

Так як склад кошика валют, що використовуються при розрахунку широкого індексу долара, не постійний, а крім того, періодично змінюються і вагові коефіцієнти валют, що входять у кошик, використання даного

показника в якості ендogenous фактора в моделі прогнозування буде не зовсім коректним. Тому в рамках даної роботи будемо використовувати показник вузького індексу долара.

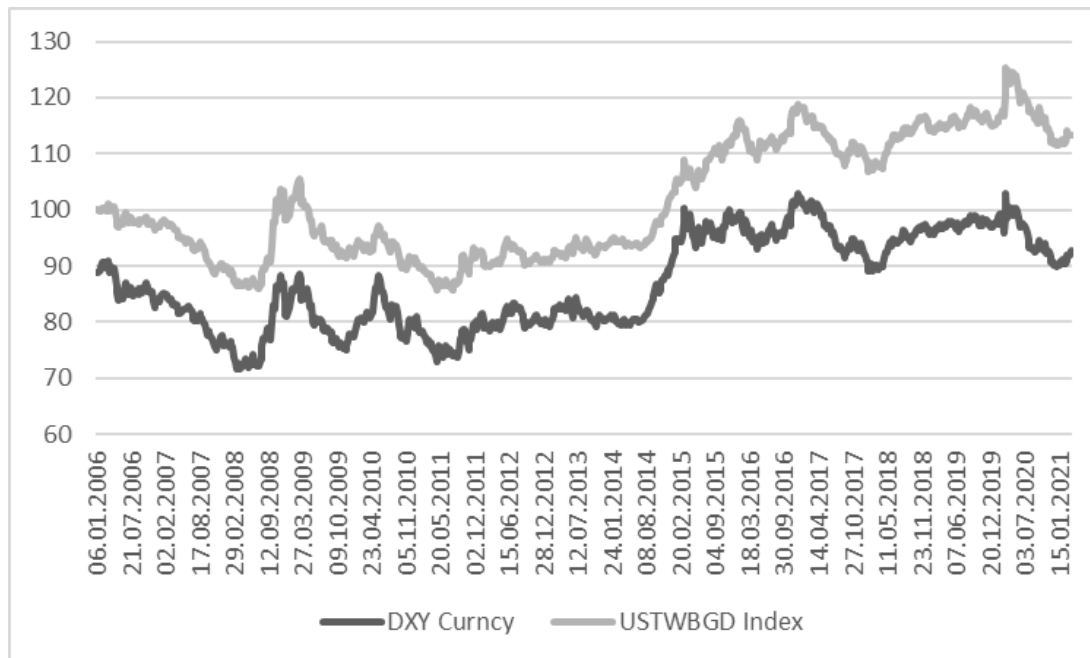


Рис. 3. Динаміка вузького (DXY Currency) і широкого (USTWBGD Index) індексів долара

Мета роботи – побудувати структурну модель залежності індексу долара від факторів, які впливають на нього. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі:

проаналізовано роль і значення долара США у світовій економіці;
визначено множину факторів, що впливають на динаміку індексу долара;

розроблено модель залежності індексу долара від факторів, які впливають на нього;

здійснено розрахунки прогнозних значень індексу долара на основі різних сценаріїв поведінки екзогенних факторів моделі.

Розглянемо деякі найбільш значущі фактори, що визначають динаміку індексу долара.

Відсоткова ставка ФРС – безсумнівно існує взаємозв'язок між цим показником і індексом долара (див. рис. 4). Однак період 2009-2014 рр., що

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

характеризується постійністю значення відсоткової ставки ФРС, одночасно демонструє істотні різноспрямовані рухи в індексі долара, що свідчить про наявність впливу інших додаткових чинників.

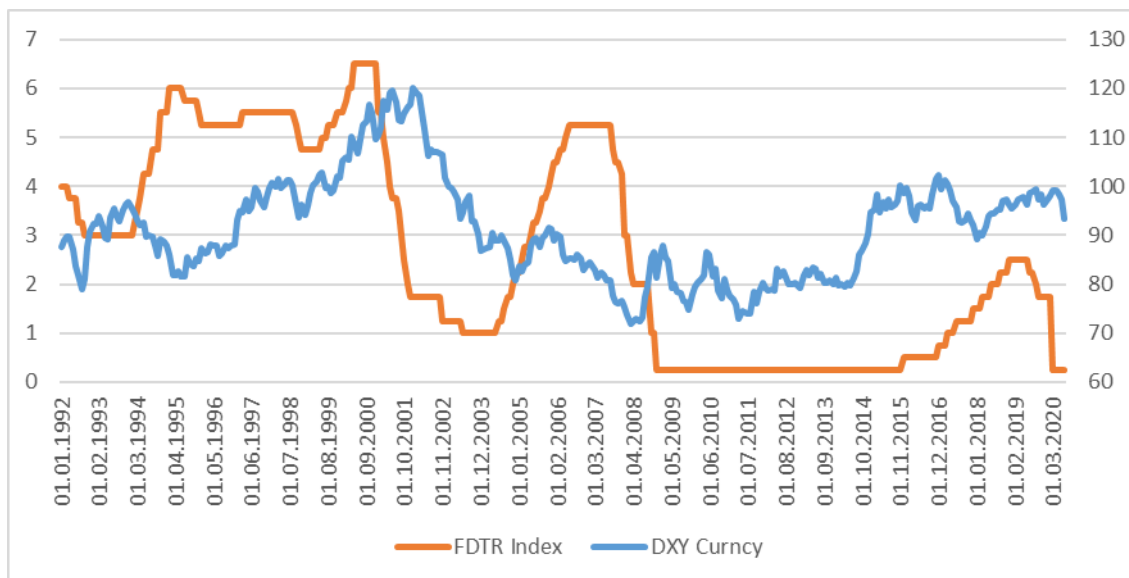


Рис. 4. Індекс долара і відсоткова ставка ФРС

Диференціал процентних ставок – це різниця між ключовими відсотковими ставками центральних банків відповідних країн. Якщо один з центральних банків підвищує відсоткову ставку, він тим самим збільшує прибутковість інструментів грошового ринку і провокує перелив капіталу з однієї країни в іншу. В силу того, що в індексі долара враховано вплив не одного, а шести валют, в роботі в якості однієї з екзогенних змінних використовується агрегований показник різниці відсоткових ставок долара і кошика валют. При цьому в якості ваг взяті відповідні ваги цих валют у формулі індексу долара:

$$\text{Yield_dif} = \text{GT10} - (0.576 * \text{GTEUR} + 0.136 * \text{GTJPY} + 0.119 * \text{GTGBP} + 0.091 * \text{GTCAD} + 0.042 * \text{GTSEK} + 0.036 * \text{GTCHF}),$$

де GT10, GTEUR, GTJPY, GTGBP, GTCAD, GTSEK, GTCHF – дохідності десятирічних державних облігацій для США, Єврозони, Японії, Великобританії, Канади, Швеції та Швейцарії відповідно.

На рис. 5 представлена динаміка індексу долара і показника різниці відсоткових ставок. Як бачимо, скорочення розриву в ставках – фактор, що сприяє ослабленню долара.

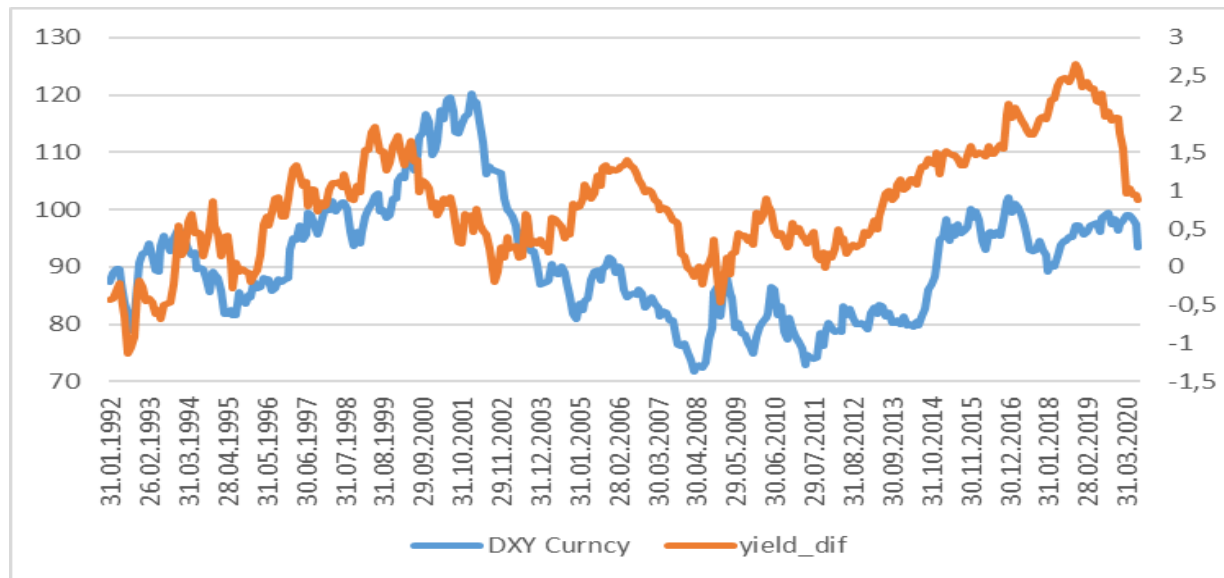


Рис. 5. Индекс доллара и разница процентных ставок

Наступним фактором є інфляція. Інфляція знецінює валюту, тому валюта країни з великим рівнем інфляції буде в довгостроковій перспективі знижуватися проти валюти країни з меншим рівнем інфляції. У короткостроковій перспективі вплив інфляції може надавати протилежний ефект: якщо інфляція підвищується, то центральний банк піднімає відсоткову ставку, що здійснює позитивний вплив на курс національної валюти. Тому вплив інфляції на курс валют носить неоднозначний характер. Класичним індикатором інфляції є індекс споживчих цін, однак можна розглянути також показник очікуваної інфляції. Цей показник для окремо взятої країни отримуємо як різницю дохідностей звичайних облігацій і облігацій, індексованих на інфляцію. На рис. 6 – рис. 7 показана динаміка індексу долара і показника очікуваної інфляції для горизонту планірування 10 і 5 років. Як бачимо, дані показники пов'язані з індексом долара зворотною залежністю.

Наступним показником в списку слід вказати валовий внутрішній продукт (ВВП) – приріст реального ВВП як один з індикаторів бізнес-циклів впливає на динаміку курсу долара (див. рис. 8).

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

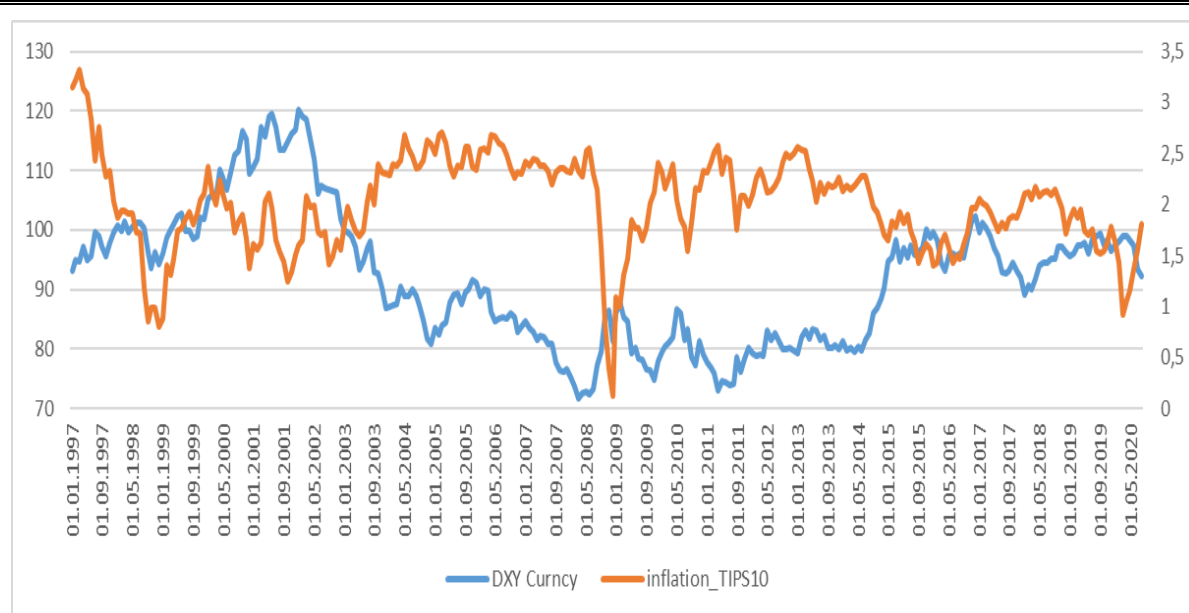


Рис. 6. Индекс долара і показник очікуваної інфляції для горизонту 10 років

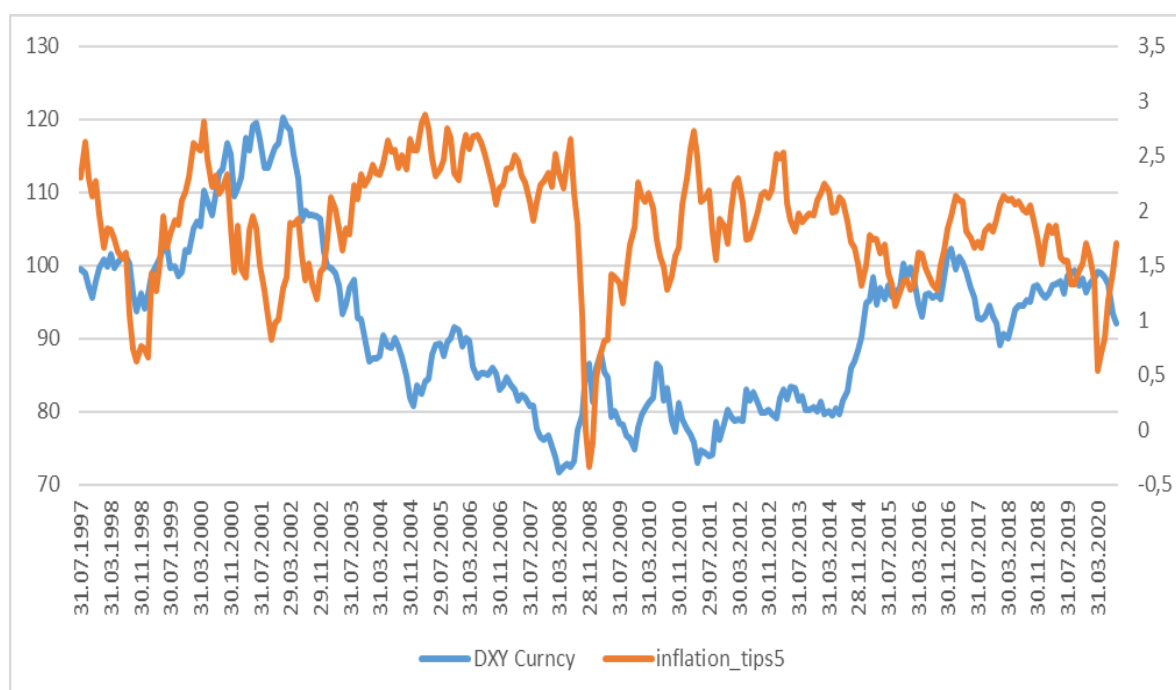


Рис. 7. Индекс долара і показник очікуваної інфляції для горизонту 5 років

Товарний індекс – існує декілька найбільш часто використовуваних індексів, що відображають вартість кошика сировинних товарів. Зазвичай такі індекси являють собою середнє зважене значення цін ф'ючерсних контрактів. На рис. 9 представлено динаміку значень трьох товарних індексів (CCI – Refinitiv Equal Weight Commodity Index; SPGSCI – S&P GSCI Index;

МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗА
 ФИНАНСОВИХ ПРОЦЕССОВ

BCOM – Bloomberg Commodity Index). Індeksi мають схожу динаміку та рухаються в обрaтний бік по відношенню до індексу долара.

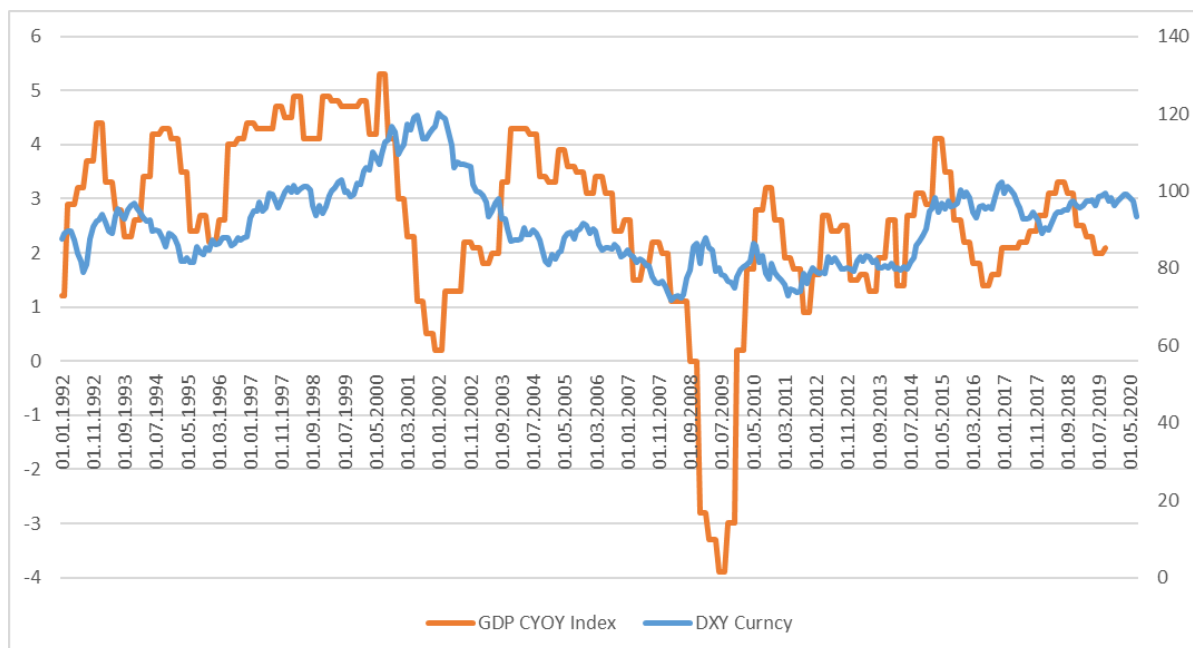


Рис. 8. Індекс долара і ВВП

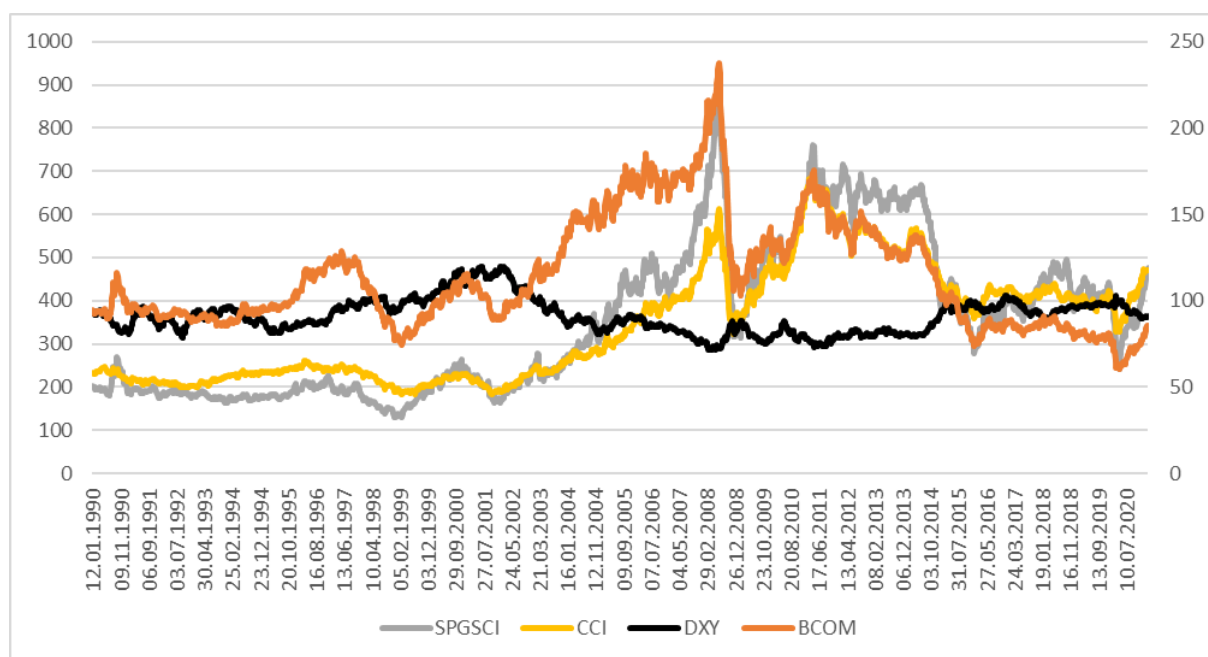


Рис. 9. Індекс долара і деякі товарні індекси

В табл. 1 наведені парні коефіцієнти кореляції зазначених індексів та індексу долара. Як бачимо, індекс BCOM має досить низькі коефіцієнти з SPGSCI (0,62) та CCI (0,47). В подальших розрахунках в результаті прове-

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

дених експериментів зі складом множини екзогенних чинників було обрано індекс CCI.

Таблиця 1

Матриці коефіцієнтів кореляції товарних індексів

	DXY	BCOM	SPGSCI	CCI
DXY	1,00			
BCOM	-0,59	1,00		
SPGSCI	-0,61	0,62	1,00	
CCI	-0,59	0,47	0,96	1,00

На рис. 10 показана динаміка зміни котирувань індексу долара і товарного індексу CCI, який розраховується за формулою середньої геометричної і враховує ціни 17 товарів.

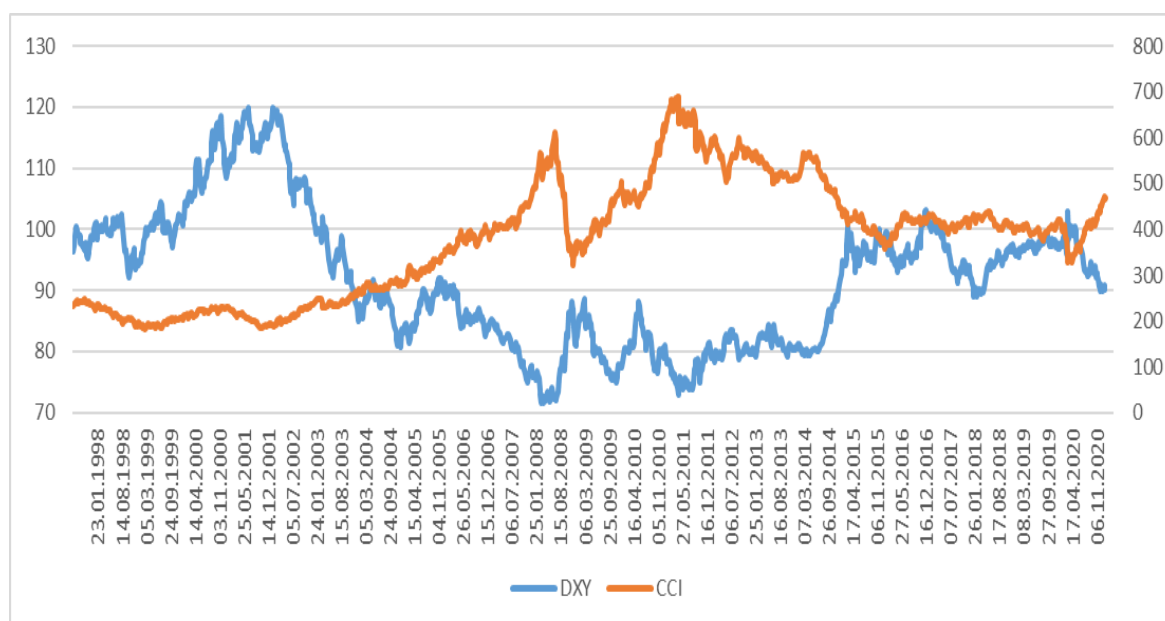


Рис. 10. Індекс долара і товарний індекс

У табл. 2 наведені значення парних коефіцієнтів кореляції для множини екзогенних факторів моделі (FDTR Index – відсоткова ставка ФРС; yield_dif – диференціал відсоткових ставок; CPI – індекс споживчих цін; CCI – товарний індекс; GDP – темп зростання ВВП).

Як бачимо, найбільші значення по модулю спостерігаються тільки в парах, в яких бере участь ставка ФРС. Таким чином, виключивши цей показник з моделі, ми забезпечимо відсутність в ній мультиколінеарності.

Матриця коефіцієнтів кореляції

	FDTR Index	yield_dif	CPI	CCI	GDP
FDTR Index	1,00				
yield_dif	-0,01	1,00			
CPI	-0,53	0,27	1,00		
CCI	-0,65	0,14	0,21	1,00	
GDP	0,50	0,19	-0,38	-0,35	1,00

В результаті проведених експериментів зі складом множини екзогенних факторів найкращі результати показала трьохфакторна лінійна модель наступного вида:

$$DXY=117,24+4,83*yield_dif-0,06*CCI-3,57*inflation_tips5,$$

де DXY – індекс долара;

yield_dif – диференціал відсоткових ставок США і країн-партнерів, що враховуються в індексі долара;

CCI – товарний індекс;

inflation_tips5 – очікувана інфляція в США для горизонту 5 років.

У табл. 3 представлені результати оцінки параметрів моделі. Як бачимо, всі параметри є статистично значущими, знаки коефіцієнтів при змінних підтверджують раніше висунуті гіпотези щодо форми залежності індексу долара і кожного з включених в модель екзогенних факторів. Коефіцієнт детермінації моделі, який дорівнює 70%, дозволяє стверджувати, що модель може бути використана для прогнозних розрахунків.

Таблиця 3

Результати оцінки параметрів моделі

	Коефіцієнти еластичності	Стандартна похибка	t-статистика	P-значення	Нижній 95%	Верхній 95%
Y-перетин		0,83	141,02	0,00	115,61	118,87
yield_dif	0,05	0,27	17,99	0,00	4,30	5,36
CCI	-0,25	0,00	-44,74	0,00	-0,07	-0,06
inflation_tips5	-0,07	0,34	-10,56	0,00	-4,23	-2,90

Аналіз коефіцієнтів еластичності екзогенних факторів показує, що найбільш істотний вплив на ендогенний фактор має показник CCI.

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

У табл. 4 наведені значення екзогенних факторів, які увійшли в модель, у випадку реалізації для кожного з них трьох сценаріїв – песимістичного, базового і оптимістичного. Наведені значення отримані в результаті ретроспективного аналізу рядів динаміки факторів із залученням експертного оцінювання.

Таблиця 4

Значення екзогенних факторів для різноманітних сценаріїв

Сценарій	yield_dif	CCI	inflation_tips5
Песимістичний	-0,1	550	4
Базовий	1,41	430	2
Оптимістичний	2	330	0,3

Інтерпретація запропонованих сценаріїв наступна. Песимістичний сценарій веде до зниження індексу долара по відношенню до окремо взятого незалежного фактора моделі, оптимістичний сценарій веде до зростання індексу долара по відношенню до окремо взятого незалежного фактора моделі.

Далі був проведений повний факторний експеримент, що полягає в переборі всіх комбінацій значень екзогенних факторів і прогнозуванні індексу долара відповідно до цих значень. Отримані результати наведені в табл. 5.

Прогнозні значення індексу отримані в інтервалі від 68,2 (песимістичні значення для всіх трьох екзогенних факторів) до 105,3 (оптимістичні значення для всіх трьох екзогенних факторів). Базовий сценарій показує значення індексу долара на рівні 90,1, що відповідає ситуації, що склалася з індексом долара на момент проведення розрахунків.

Розроблена модель може бути використана для оцінки ступеня відносної переоціненості або недооціненості індексу долара, запропонованої ринком, що може служити підставою для прийняття рішень про вкладення коштів в американську валюту. Коефіцієнт детермінації моделі знаходиться на межі допустимого рівня, що дозволяє говорити про те, що в модель для підвищення рівня її адекватності необхідно включити ряд додаткових факторів. Іншим варіантом може бути побудова другої моделі, в яку необ-

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

хідно включені фактори, які не ввійшли в першу модель. В якості таких можна розглянути темп приросту ВВП, темп приросту інвестицій, сальдо торгового балансу, грошовий агрегат М2 та ряд інших. На відміну від чинників, врахованих в першій моделі, перераховані фактори мають набагато меншу періодичність оновлення (виходять раз на місяць або раз на квартал) і є запізненими по відношенню до індексу долара. Швидше за все така модель буде більш придатна для цілей середньострокового і довгострокового прогнозування.

Таблиця 5

Результати моделювання

Сценарій	yield_dif	CCI	inflation_tips5	yield_dif	CCI	inflation_tips5	DXU_forecast
c1	П	П	П	-0,1	550	4	68,2
c2	П	П	Б	-0,1	550	2	75,3
c3	П	П	О	-0,1	550	0,3	81,4
c4	П	Б	П	-0,1	430	4	75,7
c5	П	Б	Б	-0,1	430	2	82,8
c6	П	Б	О	-0,1	430	0,3	88,9
c7	П	О	П	-0,1	330	4	81,9
c8	П	О	Б	-0,1	330	2	89,0
c9	П	О	О	-0,1	330	0,3	95,1
c10	Б	П	П	1,41	550	4	75,5
c11	Б	П	Б	1,41	550	2	82,6
c12	Б	П	О	1,41	550	0,3	88,7
c13	Б	Б	П	1,41	430	4	83,0
c14	Б	Б	Б	1,41	430	2	90,1
c15	Б	Б	О	1,41	430	0,3	96,2
c16	Б	О	П	1,41	330	4	89,2
c17	Б	О	Б	1,41	330	2	96,3
c18	Б	О	О	1,41	330	0,3	102,4
c19	О	П	П	2	550	4	78,3
c20	О	П	Б	2	550	2	85,5
c21	О	П	О	2	550	0,3	91,5
c22	О	Б	П	2	430	4	85,8
c23	О	Б	Б	2	430	2	93,0
c24	О	Б	О	2	430	0,3	99,0
c25	О	О	П	2	330	4	92,1
c26	О	О	Б	2	330	2	99,2
c27	О	О	О	2	330	0,3	105,3

2.8. Models and methodological bases for analyzing the investment attractiveness of thermal power facilities in the context of the need to develop a competitive market in Ukraine in order to protect the economic interests of consumers

Preserving the district heating system, preventing its fragmentation by ensuring competitive tariffs compared to individual and autonomous heating systems, as well as increasing the efficiency of its functioning, are important in the context of the development of a competitive heat supply market [1], which is the key to reducing heat energy tariffs for consumers in Ukraine, where the overwhelming majority of the population has significantly lost consumer opportunities, the risks of poverty have increased in many categories of the population. And where, at the same time, the tariffs of enterprises generating, transporting and supplying thermal energy, providing heating services for residential buildings and hot water supply, are growing. At the same time, the communal infrastructure is worn out and ineffective (Table 1), which leads to poor quality of service, significant energy losses and maintenance costs. Low efficiency of heat production and significant losses during transportation, which, as a result, is reflected in an increase in costs and prices for services, are characteristic of thermal power plants built in Soviet times with a worn-out infrastructure that has not been updated for decades.

Investments directed to the creation (acquisition), reconstruction, technical re-equipment of fixed assets, the expected useful life of which exceeds one year, are carried out in the form of capital investments [3]. The total amount of utilized capital investments in Ukraine in 2020 amounted to UAH 419.84 billion, but capital investments in 2020 decreased by 38.2%, while in 2018-2019 they increased by 16.4% and 15.5% [4]. In the fourth quarter of 2020, the decrease in capital investment was 42.9% compared to the same quarter of 2019, in the third – 36.2%, in the second – 34.4%, in the first quarter – 35.5%. A decrease in investment was observed in all types of economic activity. At the same

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

time, in 2019 the trend was the opposite – there was an increase in capital investments during the year: 17.8% – in the first quarter, 7.5% – in the second, 12.7% – in the third and 21.2% – in the fourth quarter.

Table 1

Dynamics of indicators by type of economic activity “Supply of energy, gas, steam and conditioned air”

Indicator name, unit of measurement	Indicator value					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Number of legal entities at the end of the year	–	–	3155	4015	5318	6087
Primary (revalued) value of fixed assets at the end of the year, million UAH	758886	1736058	796558	781271	1423237	1719131
Primary (revalued) cost of fixed assets received during the year, million UAH	15301	7467	12179	16816	21018	75909
Depreciation of fixed assets, %	61.4	82.6	62.1	57.0	73.7	68.9
Industrial production indices, % to the previous year	–	87.0	103.1	94.0	103.0	95.6
The volume of sold industrial products (goods, services):						
million UAH	–	424705.2	–	–	736102.5	728848.4
in % to the total	–	23.9	–	–	24.2	24.8

Source: compiled by the author based on data [2, pp. 231-252]

In the strategy “Vectors of Economic Development 2030” [5] one of the strategic goals for the economy, the Cabinet of Ministers of Ukraine sees the attraction of \$ 40 billion in investments in the development of the energy system. The concept of Ukraine's “green” energy transition until 2050 stipulates that the majority of investments will be made by private players.

Attraction of investments is directly related to the investment attractiveness of investment objects. The investment attractiveness of types of economic activity is an integral characteristic of certain types of activity from the point of view of the effectiveness of their functioning [6].

A common way to assess the investment attractiveness of investment objects is their ranking, based on the definition of ratings. These include:

– methodologies based on assessing the risk of capital investment, taking into account the political, economic and social situation [7];

– methodology of expert assessments, within the framework of which various groups of risks are considered: risks of inter-budgetary relations; economic risks, including tax, financial and others; risks associated with the quality of local budget management; risks associated with the quality of administration in the relevant municipality; risks associated with the quality of municipal debt management [8];

– the methodology of A. Saak and O. Kolchina [9], including the assessment of investment potential and investment risk (positive interpretation – the level of municipal investment security) and others.

In general, noting some differences in these methods, which consist in determining the system of indicators, their weights and the principle of converting them into integral ones, all methodological approaches to assessing the investment attractiveness of investment objects consist in using point scores in the process of rating objects.

Thus, the assessment and forecasting of the investment attractiveness of enterprises is carried out according to such parameters as the level of prospective development of the average industry profitability of enterprises and its change in dynamics, as well as industry investment risks. To assess the attractiveness of enterprises, different systems of indicators can be used. One of them was developed in accordance with the requirements of the international memorandum and the International Accounting Standards Committee and consists of certain groups of assessment indicators:

– the property status of the invested object (the share of the active part of fixed assets, depreciation rates, renewal and retirement rates of fixed assets);

– financial stability (solvency) of the invested object and surplus or lack of sources of formation of reserves and costs, own working capital (working capital, coefficients of independence of financing, financial stability, financial leverage);

– liquidity of assets of an investment object (current or total coverage ratio, ratios of accounts payable and receivable, absolute liquidity, norms of cash reserves, coverage of economic costs);

– the profitability of the investment project (profitability ratios of investments, equity capital, operating profitability of sale (profitability of sale), ratios of operating costs, profitability of assets);

– business activity of the invested object (labor productivity, turnover of funds in calculations, turnover of working capital (in turnover), turnover of inventories, turnover of equity and fixed capital);

– market activity of the invested project (dividend per share, share value ratio, share profitability).

The weight of individual indicators can be determined by an expert method and is a derivative of time, a specific political, social situation and other factors.

On the basis of a set of indicators for assessing investment attractiveness, an integral assessment is carried out and an appropriate rating is determined. As one of the methods for this, the multivariate average method is used, the calculation algorithm of which is as follows. A set of objects of observation (enterprises, types of economic activity, municipalities) is selected to determine the rating of investment attractiveness. An appropriate system of indicators (x_{ij}) is formed, on the basis of which an integral assessment (profitability, liquidity, etc.) is carried out. The values of these indicators are calculated for each object and on average for their totality:

$$\bar{x}_j = \frac{\sum x_{ij}}{n}$$

To eliminate the scale of these indicators, summarizing indicators (p_{ij}) are calculated as the ratio of indicators of individual objects to their average value for a set of objects:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j}$$

Calculate the average (\bar{p}_i):

$$\bar{p}_i = \frac{\sum p_{ij}}{k},$$

where k is the number of indicators used in the calculations.

The ranked series \bar{p}_i is, in fact, the corresponding rating of objects in terms of investment attractiveness.

This approach has certain drawbacks [10]:

1. All indicators must be direct or inverse.
2. The validity of the calculations of the rating of investment attractiveness will increase if we give individual indicators a differentiated weight in accordance with their significance. These weights can be determined using expert judgment. But the latter are predominantly subjective and therefore not reliable enough. Greater objectivity can be achieved by establishing the relationship between the results of the activities of individual objects and the factors that determine them. To do this, it is advisable to use the methods of correlation-regression analysis, which measure the relationship between the resulting feature y , which characterizes the effect of activity, and factor features x_1, x_2, \dots, x_n , on the basis of which the attractiveness rating is assessed. In this case, the overall effect should be distributed among the individual factors.

To do this, you can use multivariate linear equations:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n.$$

Taking into account the multicollinearity of the relationship between the indicators [11], [12], the estimates of the weights of individual factors in the formation of the effective indicator can be determined based on the indicators of multiple determination R^2 , pair correlation r_{ij} and standardized regression coefficients – β -coefficients according to the formula

$$d_j = \frac{\beta_j r_{y,x_i}}{R^2}.$$

To assess the rating, a taxonomic indicator of the level of development can be used, which is based on the method of standardizing deviations from the average [13].

Standardization using the standard deviation is performed:

– for stimulants by formula

$$Z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{\sigma_k}$$

– for destimulants according to the formula

$$Z_{ik} = \frac{\bar{x}_k - x_{ik}}{\sigma_k}$$

where x_{ik} are the values of the feature k for unit i ; \bar{x}_k – arithmetic mean of attribute k ; σ_k – standard deviation.

Columns 1-4 of Table 2 for the aggregate of six enterprises provide data on three indicators (R_{ij}) characterizing the results of their financial and economic activities, and the investment attractiveness of enterprises was assessed using the multidimensional average method.

Table 2

Summary comparative assessment of the investment attractiveness of enterprises
using the multivariate average method

Enterprises	Baseline indicators			Calculated indicators					
	R_1	R_2	R_3	p_1	p_2	p_3	$\sum p_{ij}$	\bar{p}_i	Rank \bar{p}_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.55	0.70	0.75	1.10	0.97	1.10	3.17	1.06	I
2	0.50	0.65	0.60	1.00	0.90	0.88	2.78	0.93	VI
3	0.45	0.72	0.78	0.90	1.00	1.15	3.05	1.02	III
4	0.40	0.75	0.70	0.80	1.04	1.03	2.87	0.96	V
5	0.50	0.80	0.65	1.00	1.11	0.96	3.07	1.03	II
6	0.60	0.70	0.60	1.20	0.97	0.88	3.05	1.02	IV

Calculated average values \bar{R} for each indicator: $\bar{R}_1 = 0.50$; $\bar{R}_2 = 0.72$; $\bar{R}_3 = 0.68$.

The indices of deviation of P_{ij} values from the mean are calculated:

$$P_{ij} = \frac{R_{ij}}{\bar{R}_j}$$

The calculation results are shown in columns 5-7 of Table 2, the sum of these indicators is in column 8, and the average value for each enterprise is in

column 9. Based on the ranks of the indicators \bar{p}_i (column 10), it is possible to compare the level of the aggregate assessment of the investment attractiveness of enterprises.

This approach is distinguished by the simplicity and accessibility of the interpretation of the results obtained, in most cases it relies on official statistics, however, the balance shift towards individual indicators, the use of expert assessments and obtaining the final rating position do not allow using the results obtained for making managerial decisions by the investor, limit their possibilities use in management practice.

In the context of the decentralization reform in Ukraine [14], when the role of municipalities has increased, competition between them for human, financial and other resources is increasing, one of the main areas of work of municipalities is the formation of a flexible investment policy aimed not only at the effective use of their own investments, but also at creating conditions conducive to attracting additional investment both from the outside and at the expense of the economic entities in the territory of the municipality.

And at the same time, the use of public-private partnerships at the local level for energy-efficient modernization and technical re-equipment of heat supply facilities is one of the most rational potential sources of attracting resources for the territorial community, along with international programs for financing projects based on joint financing with local governments; sale of land plots or rights to them on a competitive basis; self-taxation; local borrowing and other [15, pp. 305-328].

The low level of the use of methodological approaches to assessing investment attractiveness, reflecting the subjective perception of the objective conditions by investors of the economic conditions of municipalities, is associated with a number of factors: the peculiarities of statistical accounting, insufficient development of competencies among administration workers, specific characteristics of the implemented management models.

The models for managing the investment attractiveness of municipalities can be grouped into the following groups according to the type of instruments used:

1) institutional model – consists in targeting the formation of infrastructure support for investment activities in the municipality. It is the most widespread and involves the formation of a municipal innovation system and the provision of preferential investment conditions. Administrations of municipalities are actively introducing tools for information and analytical support of investment activities, which consists in forming a register of investment projects, preparing and posting an investment passport of municipalities on the website;

2) program-target model – based on the formation and implementation of target programs at the municipal level. The model was spread through the active use of tools to support local initiatives. The attractiveness of such programs for investors is supported by the joint participation of regional and local budgets and funds from the business community;

3) a model of municipal-private partnership or cooperative interaction based on the implementation of the triple helix principle and assuming close cooperation between the public sector and business, built on a long-term and honest mutually beneficial basis, which makes it possible to focus resources where necessary, optimize production risks, increase manageability and cost-effectively implement the tasks facing the municipality. Moreover, not only investment, but also operational tasks;

4) marketing model – involving the active use of territorial marketing tools to form a favorable investment image of municipalities;

5) a model based on systems theory – in this case, the municipality acts as a part of a higher-level system, and decisions in the field of managing investment attractiveness are determined by the action of the matryoshka principle.

Investment attractiveness management models are not often implemented in their pure form, as a rule, a synthesis of several is used with a predominance of a model of one type or another.

When making managerial decisions, one should take into account both the fact that effective management of investment attractiveness, increased capital inflow is accompanied by a decrease in the share of budget investments and loans in the structure of financing investment activities due to an increase in private investment mobilized both at the local level and beyond, which can be considered as a positive trend in the development of municipalities and the expansion of their capabilities due to the redistribution of the load: the local budget is directed to objects of socio-cultural, infrastructural purposes, and private investments – to the real sector of the economy, creating additional jobs and increasing revenues to the budgets of all levels. So, first of all, the subjectivity of the investor's perception of the current and planned level of investment attractiveness, as well as the time lag, which is determined by the length of time required to change the level of investment attractiveness as a result of the actions of the administration of the municipality.

REFERENCES

1. Yushchenko, N. (2021). Economic feasibility of development of a moderately liberalized thermal energy market in Ukraine. *Economy and society*, 23. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-23-21>
2. State Statistics Service of Ukraine. (2020). *Statistical Yearbook of Ukraine for 2019*. Kyiv : Informatsiino-analitychne ahentstvo (in Ukrainian).
3. Verkhovna Rada of Ukraine. (2021, 13 February). On investment activity. (Law of Ukraine № 1560-XII). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12#Text>
4. State Statistics Service of Ukraine. (2021). Capital Investments. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2020, 6 November). Vectors of economic development 2030. Platform of the Center for Economic Recovery. <https://nes2030.org.ua/#rec246061582>
6. Golovach, A.V., Zakhzhay, V.B. and Golovach, N.A. (2005). *Statistical support of economic management: applied statistics*. Kyiv : KNEU (in Ukrainian).
7. Yushchenko, N. (2020). Methods of risk assessment of public-private partnership in heat energy and measures to eliminate the consequences of their occurrence. *Taurian Scientific Bulletin. Series: Economics*, 4, 194-204. <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.4.24>
8. Panaseykina, V.S. (2011). Formation of a methodology for assessing the investment attractiveness of municipalities. *Problem analysis and state management design*, 4. <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-metodiki-otsenki-investitsionnoy-privlekatelnosti-munitsipalnyh-obrazovaniy/viewer>

9. Sahak, A.E. and Kolchina, O.A. (2010). Investment policy of the municipality. Tutorial. St. Petersburg : Peter Publishing House (in Russian).
10. Golovach, A.V., Zakhzhay, V.B. and Golovach, N.A. (1999). Banking statistics. Kyiv : UFIMB (in Ukrainian).
11. Bruce E. Hansen. (2021). Econometrics. <https://www.ssc.wisc.edu/~bhansen/econometrics/Econometrics.pdf>
12. Yushchenko, N.L. (2016). Economic and mathematical models in management and economics, Chernihiv. nat. technologist University (in Ukrainian).
13. Yerina, A.M. (2001). Statistical modeling and forecasting. Kyiv : KNEU (in Ukrainian).
14. Verkhovna Rada of Ukraine. (2020, 6 December). On local self-government in Ukraine. (Law of Ukraine № 280/97-VR). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text>
15. Kyrylenko, O., Malinyak, B., Pismenny, V. and Rusin, V. (2015). Planning and management of financial resources of the territorial community. Association of Ukrainian Cities. Kyiv : VNA ENTERPRISE LLC (in Ukrainian).

2.9. Logical reliability model study of the blockchain technology

Introduction

The innovative *blockchain* technology is still in its infancy, and some researchers still treat it with a degree of distrust. However, among the features of its application and its inherent features, one can identify a severe potential that eliminates the current level of such distrust. Note that the *blockchain* concept has been actively discussed along with the cryptocurrency growing popularity. There is a strong belief that this technology can be a real breakthrough in economics, finance, and secure databases. The *blockchain* consists of a chain of blocks being stored on different computers containing a timestamp and a link to the previous block.

In exploring the issue related to the *blockchain* technology concept, we would like to emphasize that the system does not have a single server; the *blockchains* are distributed among users. Modern encryption algorithms protect individual records belonging to a particular person from copying (editing) by other users of the system.

The *blockchain* technology concept was proposed by Satoshi Nakamoto [1] in 2008. That paper presented the basic principles of building a peer-to-peer payment system to make electronic transactions among participants in the system, bypassing financial institutions - intermediaries. It was first put into practice with the advent of *Bitcoin* in 2009. The noted origin refers to cryptocurrency transactions, but the technical scope is far broader.

Algorithmically, such a system operates as follows:

- a primary block is created, without a record of the previous block in it;
- each following block contains information about the "parent," transaction type, and its header to generate the next block;
- system users see the total number of blocks but have access only to their own.

The *blockchain* can be interpreted as a distributed data technology that acts as a shared database, keeping all its copies synchronized and verified. There is potential for a severe level of trust among its main features when exchanging data (transactions). That is one of the decisive factors that technology can significantly affect the business models in various industries.

The *blockchain* is interpreted as multi-level information technology; the primary purpose is to record various assets reliably. From a technology perspective, the *blockchain* can be interpreted as a chain of data blocks. Conducted transactions in such a system form own new blocks. Such circumstances suggest that *blockchain* is a technology for reliable distributed data storage on all performed transactions. It should be emphasized that the made record is directly related to the data themselves, which makes the system as non-commutative. At the same time, the blocks store records with all supporting information. The blocks in the system are presented as a single-linked list. A node represents each participant of the system. Besides, any node stores an entire data domain; furthermore, it can communicate with other nodes.

A distinctive feature of the innovative *blockchain* technology, presented as mathematical algorithms and software, is that it does not require the contractors to be involved when concluding contracts, thereby allowing transactions to be made without intermediaries like the state, banks, and lawyers, as well as without charging fees and remaining completely anonymous.

Serious attention now focuses on the *blockchain* technology literature. This circumstance is explained by the possibilities of applying and implementing this system, which is a technological breakthrough. Experts are convinced that the *blockchain* technology introduction in various social spheres can change the world.

Analysis of recent achievements and publications

The reference review provides an understanding of the *blockchain* technology concept from a practical point of view. The review shows that the *blockchain* technology topics on the practical application do not include in-depth sub-

ject coverage. *Blockchain* is mainly covered as a general-purpose technology. The paper [2] highlights specific examples of companies applying *blockchain* and showing its value. The more so, it emphasizes that the *blockchain* publications are usually prognostic, where the technology potential capabilities are widely covered, but discussions about how *blockchain* can improve the enterprise's efficiency are still lacking. It can be noted that the focus of the reviewed publications is on what can happen if the *blockchain* is massively implemented at enterprises. Our studies intend to demonstrate how the *blockchain* technology choice can increase enterprise's efficiency and what value it could bring to the enterprise that applies it.

The paper [3] also highlights a shortage of articles that examine the consequences of *blockchain* applications for entrepreneurs in detail, describing their entrepreneurial aspects. Such views are also shared by other researchers [4-5]. The authors agree with the potentially powerful *blockchain* technology abilities and set the main problems for entrepreneurs in the *blockchain* application.

Thus, with such a lack of publications and discussion of entrepreneurial aspects of value creation for *blockchain* companies, the research authors intend to show how the research helps bridge the identified knowledge gap between the potential areas of *blockchain* technology application and the necessary configuration of enterprise resources.

On the other hand, the literature review analysis illustrates that the *blockchain* technology competitiveness is displayed via technology selection. It was revealed that approaches to the *blockchain* technology application could be implemented according to two central schemes: "technology first - problem second," or "problem first - technology second." However, the studies proved that enterprises dealing with extensive experience in implementing *blockchain* technology tools, as a rule, operate according to the second scheme. At the same time, the corresponding problem is considered, followed by the process of justifying the solution to the problem through *blockchain*. The researchers note that this is the most effective approach [6 - 8].

System analysis of blockchain technology

Blockchain, like any new innovative technology, has many tasks to be addressed for full-scale implementation.

One of the most essential is the problem of decentralized data storage. The problem peculiarity of decentralized data storage is shown in Fig. 1, with main contradictions for the technology under consideration. If a complete data ledger is stored in each node of the network, it allows restoring the network until the last node of its network gets destroyed. However, it should be borne in mind that the network is constantly growing during its operation, which leads to uncontrolled amounts of data. Furthermore, to enter the network by a new member, one has to synchronize a massive amount of data [9].

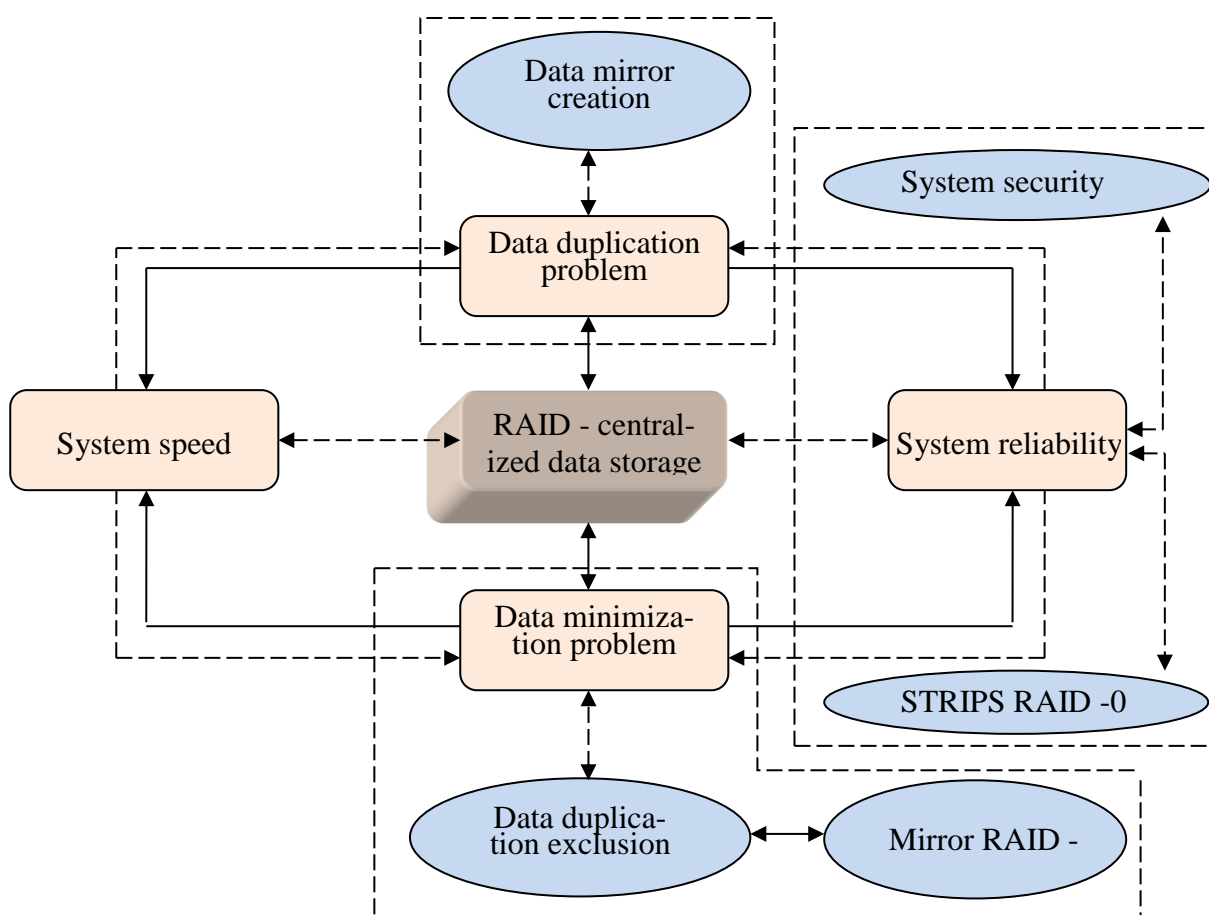


Fig. 1. Contradiction scheme for decentralized data storage in the blockchain system

Alternatively, to solve the problem, one can propose a standard database that stores accurate data in encrypted form and enter only their hash into the blockchain. Obsolete blocks are then archived. However, it is worth mentioning that this is some local solution to the problem.

However, it is vital to keep in mind the following circumstance. When using blockchain technology to store data, it is essential to remember that current technologies do not allow large amounts of information stored within the blockchain. Therefore, in essence, blockchain technology in this industry is practically used as an intermediary and a ledger that monitors compliance with the terms of the transaction to provide storage from one person to another. This circumstance means that neither blockchain technology, smart contracts, nor cryptography protects the information in decentralized storage. Moreover, it can be argued that information has the same protection under such circumstances as in traditional repositories.

In connection with the above, we can assume that we can apply methods from such technologies as "Big Data" to solve these problems [10]. It is also focused on operating with large amounts of data storage and processing. This approach has been worked out in various architectures like Map Reduce, Shared Memory, Shared Nothing, Shared Disk, and others. The main obstacle to integrating Big Data tools into the blockchain is the system type: the blockchain is a decentralized, distributed system, which means that computations are distributed among several nodes, and there are no nodes that control the work of other network nodes. However, another approach can be considered here. It should be borne in mind that, technically, the blockchain is a simple database with significant scalability and the absence of query languages. However, decentralization, immutability, transparency, and universal data exchange more than compensate for its disadvantages. In connection with the above, the development of Bigchain DB and IPDB technologies is currently underway, becoming global-scale databases with decentralized management.

Another essential task is to ensure trust in the system, i.e., the system must be both anonymous and transparent for its participants. Fig. 2 shows the contra-

dictions diagram of trust in the system. However, it should be noted that the concept of a distributed ledger is an attempt to create universal tools for solving the trust problem in the remote implementation of business relations using information and telecommunication systems. The distributed ledger idea is embodied in several open, closed, and hybrid software platforms, most of which are intended to be generic, but some are specialized. Platforms allow developing applications for many areas of business relations.

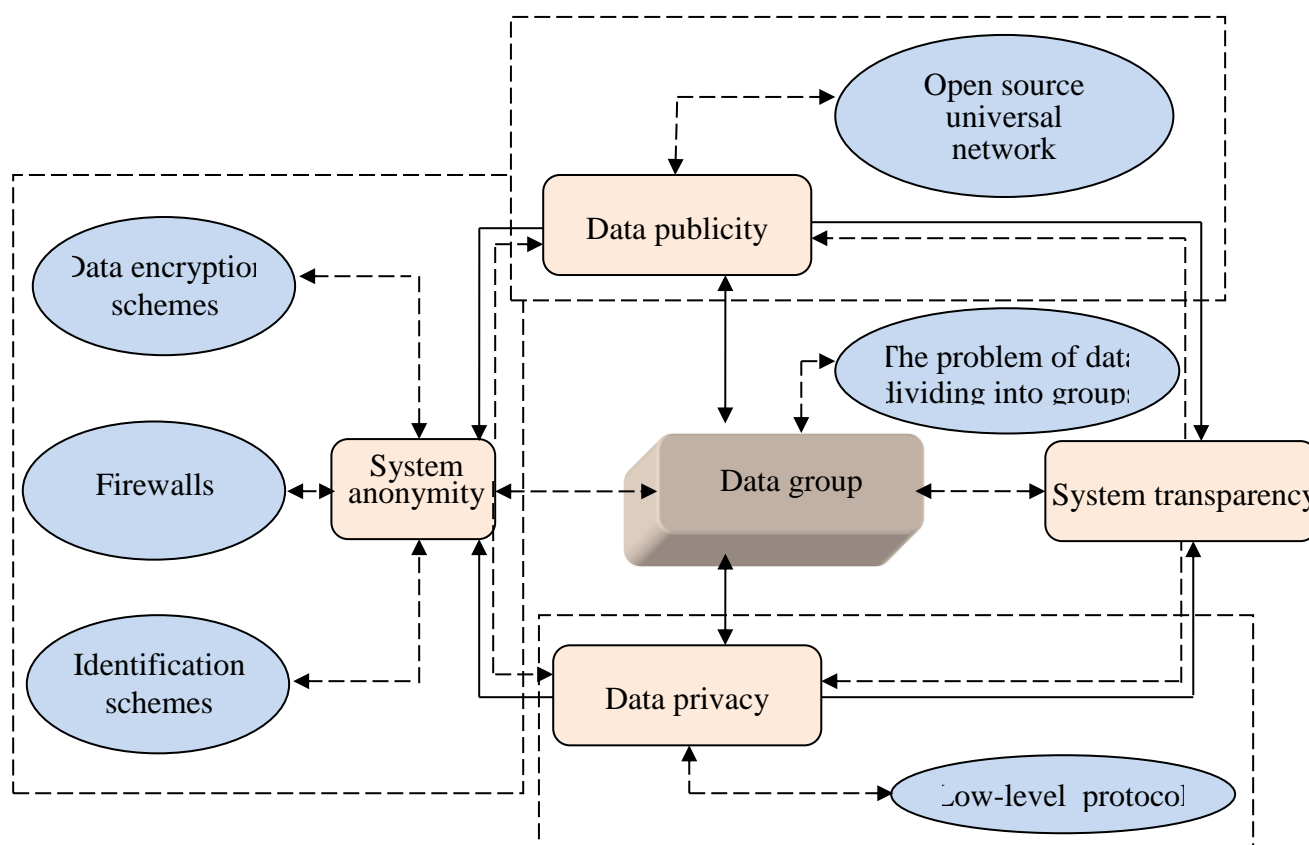


Fig. 2. Contradictions diagram of trust in the blockchain system

Note at the fundamental aspect of the following character. Users want to see the movement of data on the network so that other users do not know what they are doing. For that reason, it was decided to apply asymmetric encryption algorithms – thus, each user has a pair of keys: private and public. In this case, Fig. 3 demonstrates the relationship of user data. The private key is used to sign blocks sent by the user. The user's address on the network is displayed using a public key. Let us note here some of the fundamental features of using custom keys. Before a user can conduct any transaction, one needs a set of keys: *public*

and private key. In fact, this is a *string of characters* – in the case of a public key, there are from 26 to 35. The public and private keys are linked to each other (Fig. 3) – and the user will need both one and the other to send and receive data on the network.

Interestingly, the network always knows that the user's public and private keys are linked, even without seeing the private key itself (Fig. 3).

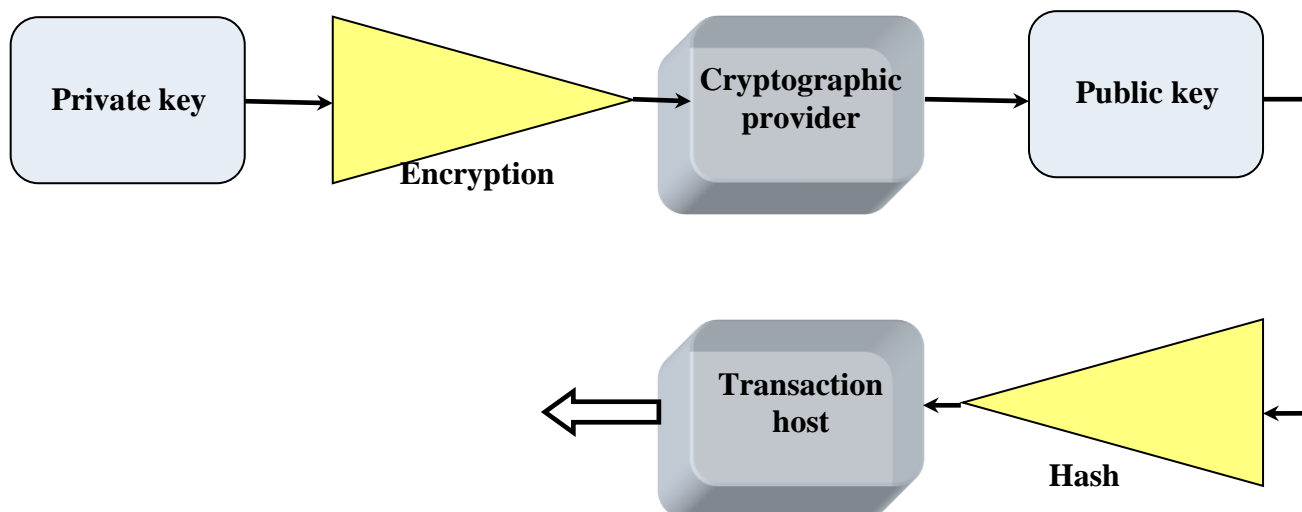


Fig. 3. Interrelation of user keys in the blockchain system

So the *custom public key* is the one, which is communicated to senders and recipients. It can be passed on to anyone. Meanwhile the *private key* is the key that is critically important to *keep completely safe*. It is linked to the user's public key using a cryptographic cipher and acts as a digital signature to authorize the transaction. Furthermore, to gain access to the information that was sent to the user, both keys are required (Fig. 3).

Figuratively, the relationship between public and private keys can be formulated as follows. There is some casket, and only one branch can open a public key. Someone puts money in this box and closes it. After closing this compartment, the money is transferred to the adjacent compartment, the lid of which can only be opened with a private key. Moreover, while someone has only one private key – others will never come to this box. If it is lost, then the money will remain in the box forever. However, note that some cryptocurrency wallets provide a private key backup function.

One of the blockchain's main problems is the data reliability that encourages practical encryption algorithms [13]. They must guarantee sufficient cryptographic strength for information on the network and allow the digital signature implementation [11]. Hereof, we consider unique algorithms for concurrent access and collision resolution in the network.

Unique algorithms for concurrent access. Currently, there are applied the following unique algorithms for concurrent access and collision resolution in the network:

- PBFT - a request to add a block is sent to all participants, and everyone computes the hash of the next block, followed by sending their solution to the rest of the participants. As a result, each participant receives an array of responses and receives a response with a total probability of 0.5. The lack of the algorithm is that transaction processing time increases depending on the network size.

- PoW – network nodes (miners) solve the problem of computing the hash of the next block with a specific condition. Herein, the one that computes the hash faster gets the block. The disadvantage of the algorithm is energy consumption due to the complexity of computations and some centralization, the miners.

- PoS – PoW alternative, the algorithm does not require enormous computing power: network members have in-system currency, and the richest gets the priority to form the block.

- Some resources (Burn, Space, Bandwidth) are PoW and PoS varieties.

Analysis of the blockchain technology "credibility" logical model based on the RSA asymmetric encryption algorithm. Consider the RSA asymmetric encryption algorithm [4].

First, two primes are selected, p and q . Further, based on the relations:

$$n=q \cdot p, \tag{1}$$

$$\varphi(n)=\varphi(pq)=(p-1)(q-1) \tag{2}$$

find the module for the public and private key and the module's Euler function (2). Then an integer e (open exponent) is selected from 1 to $\varphi(n)$ (co-

prime with $\varphi(n)$). Usually, as e the primes are taken containing a small number of one bit in binary notation, but not too small, for fast exponentiation.

Then we find integer d , corresponding to the equation (3):

$$d \cdot e \bmod \varphi(n) = 1. \quad (3)$$

Thus, a private key $\{d, n\}$ and the public key $\{e, n\}$ are formed which helps encryption

$$c = m^e \cdot \bmod n, \quad (4)$$

and decryption

$$m = c^d \cdot \bmod n = c = m^{ed} \cdot \bmod n = m \cdot \bmod n = m, \quad (5)$$

of the data.

Wherein $m < n$, c are encrypted data, m are unencrypted data, $\bmod \varphi(n)$ is the range of values (the more, the better).

To try hacking (picking) the private key, one has to iterate 2^N combinations; wherein N is the key length. For instance, with a critical length of 256 bits and a password guessing rate of 1024 per second, one needs $1,23e + 67$ years that is too much, and the information will no longer be relevant by that time.

One can also apply more advanced algorithms such as the Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) that operates similarly but have several peculiarities.

Conclusions

The transition from extensive to intensive growth leads to a reduction of free niches and, consequently, the cooperation of many people and organizations that had not cooperated before. Each with its database, its own data infrastructure gives rise to inaccuracies and unreliability of information. In a world where the cost of error is higher than the system's price, technology is required to manage costs, reduce costs, ensure the efficiency of data exchange, and minimize errors, which is primarily what blockchain technology provides.

The paper presents a systematic analysis of blockchain technology and its application features, considers the internal logic (encryption, consensus).

It is shown that blockchain technology allows directly carrying out a transaction with any participant in this network. That creates the processing core of "decentralized autonomous organizations," which should be seen as a new type of organization similar to a digital organization. Blockchain solutions form a secure and decentralized service for processing transactions. For clarity of algorithms' analysis for competitive access of blockchain technology, the schemes of contradictions for decentralized data storage and the scheme of contradictions of trust in the system have been clarified.

The prospects for implementing blockchain technology are vast. It finds use in the traditional distributed financial and economic systems implementation and the framework of corporate information support systems for the life cycle of products in the implementation of synchronous design technologies as a distributed ledger. This approach allows ensuring the project activities synchronization of the distributed development team and production.

REFERENCES

1. Nakamoto, S. A Peer-to-Peer Electronic Cash System // Bitcoin. // Coinspot Retrieved from: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> [Accessed 21.12.2013] or <http://coinspot.io/technology/bitcoin/perevod-stati-satoshi-nakamoto/>
2. Bjørnstad, M.V., Harkestad, J.G. and Krogh, S.A. What are Blockchain Applications? Use Cases and Industries Utilizing Blockchain Technology. Project Thesis - Blockchain Technology. NTNU, Retrieved from: <http://www.blockchaintechnologies.com/blockchain-applications> [Accessed 8 Apr. 2016].
3. Allen D.W. Discovering and developing the blockchain cryptoeconomy. SSRN Electronic Journal, 2017. Retrieved from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2815255.
4. Alvarez, S.A. and Busenitz, L.W. The entrepreneurship of resource-based theory. Journal of management, 2001, 27(6), pp.755-775.
5. Davidson, Sinclair and De Filippi, Primavera and Potts, Jason, Economics of Blockchain [Accessed March 8, 2016]. Retrieved from SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2744751> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2744751>
6. Dierickx, I. and Cool, K., 1989. Asset stock accumulation and the sustainability of competitive advantage: reply. Management Science, 35(12).

7. Blockstack. A New Internet for Decentralized Apps. [Online] blockstack.org Retrieved from: <https://blockstack.org/> [Accessed 24 May 2017].
8. Bryman, A., 2008. Of methods and methodology. *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*, 3(2), pp.159-168.
9. Власов, А.И. Концепция визуального анализа сложных систем в условиях синхронных технологий проектирования // Датчики и системы. 2016. № 8-9 (206). С. 19–25.
10. Власов, А.И., Новиков, П.В., Ривкин, А.М. Особенности планирования воздушного движения с использованием синоптических карт, построенных с применением технологий BIG DATA // Вестник Моск. гос. техн. ун-та им. Н.Э. Баумана. Сер.: Приборостроение. 2015. № 6 (105). С. 46–62.
11. Сельвесюк, Н.И., Островский, А.С., Гладких, А.А., Аристов, Р.С. Объектно-ориентированное проектирование нейронной сети для автоматизации определения архитектуры вычислительной системы в задачах обеспечения информационной безопасности // Науч. вестн. Новосиб. гос. техн. ун-та. 2016. № 1 (62). С. 133–145.
12. Rivest, R., Shamir, A., Adleman, L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems // *Commun. ACM* New York City: ACM, 1978.
13. Ivanov, R., Busygin, V. Some Aspects of Innovative Blockchain Technology Application. Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем. Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції 09-10 квітня 2020 р. – Мультимедійне наук. електрон. вид. – Братислава – Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020.
14. Shvachych, G., Ivanov, R., Busygin, V. Blockchain technology as a means of improving enterprise efficiency. Банковская система: устойчивость и перспективы развития: сборник научных статей десятой международной научно-практической конференции по вопросам банковской экономики, Пинск, 25 октября 2019 г. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. – Пинск : ПолесГУ, 2019. – С. 364-368.

2.10. Passing through COVID-19 financial shock by Artificial Intelligence ETFs: changes in risk-return correspondence

1. Introduction

COVID-19 pandemic gave rise to unprecedented affecting to all spheres of life, including economics. This scourge has not spared the financial sector. World Health Organization (WHO) has announced about pandemic raised from wide dissemination of coronavirus in the first half of March 2020. Immediately financial shock was started. The shock was characterized by very sharply dropping and comparably greatest depth. The bottom of drop was demonstrated typically at the period 15-25 of March 2020. Great uncertainty connected with pandemic raised fears for stock market participants. They started to sell some assets and sought the variants for safe investment.

These drops in stock prices were different in different countries and different geographical regions. Variations in shock symptoms also were appeared in different economic sectors, which indicated sufficiently in the McKinsey bulletin [1]. At the same time, one of the interesting differences of this shock was (again, in comparison with other shocks) recovery after a shock. The economic recovery aspect is discussed in detail in the paper [2]. Authors have emphasized that the global economy after the shock of COVID-19 is recovering faster than expected. Moreover, a number of publications highlight different types of recovery, which, among other things, are characterized by V-, U-, L- or W-shaped [3].

The idea of our research is to study the impact of the financial crisis on the fast-growing segment of the tech industry. More precisely focus was concentrated on two segments of this industry. The first segment includes the tech industry which specializing in artificial intelligence (AI). The second segment is so-called FAANG. This acronym invokes the five most popular and good-performing USA technology companies: Facebook, Amazon, Apple, Netflix, and Alphabet (Google). We have applied the methodology of using ETFs (Ex-

changed Trades Funds). AI and FAANG ETFs are funds that invest in companies involved in the construction of new products and services related to artificial intelligence or FAANG companies. The methodology focuses on risk-return correspondence analysis before and after COVID-19 induced financial shock. The comparison of the deepness of fall through shock and recovery rate also was under the focus of our research.

The paper is organized as follows. The paper starts by outline the methodology of research. One of the points describes a sample of ETFs and data which was used. Next, the basic results of the research are present. The substantive findings and brief discussion of the following researches in this direction conclude the paper.

2. Materials and Methods

Risk measurement approaches. One of the crucial elements of investors' decision rationale is risk measurement. The analysis of correspondence “risk-return” is the starting point for the creation, monitoring, and rebalancing of investing portfolios. Risk measurement is grounded on introducing some risk measure or a more wide set of risk measures. The logic of using risk measures is to represent random variables by figures. Random variable typically reflects the return of investing into some asset for some time horizon. So, the return (in our research constituents over a period [t; t + 1]) will be presented through the formula:

$$R_{t,t+1} = (P_{t+1} - P_t) / P_t, \quad (1)$$

where the price in period t+1 is unknown and consequently return is a random variable.

The sphere of constructing and applying risk measures is being actively developed (one of the best fundamental monographs is [4]). From our point of view, structuring investment risk measures into 4 classes is quite grounded for complex risk consideration [5]:

- measures of variability,
- quantile measures,

- measures of sensitivity,
- risk premium.

Although, of course, this is far from exhausting all modern approaches.

Our research in the context of targeted objectives supposes to structure applying risk measurement twofold. The first direction focuses on the measurement of risk by using the abovementioned classes. It was applied for time periods before and after COVID-19 induced financial shock. The second direction was based on the construction method to coupling together estimation “falling” and “recovery” explicitly in shock deployment. The essence of the proposed method is represented in point 2.3.

At the frameworks of the consideration 4 abovementioned classes, we have opted for the first two classes in analysis risks before and aftershock. The logic of such priority is based on the non-relevant significance of risk measurement by third and fourth classes at the bounds of shock.

The first class is grounded on the conception of variability as reflecting the riskiness of investments. It includes first of all such metrics as range and inter-quantile range. The importance of consideration ranges lies in delineating risk areas. They demonstrate the general framework in which the returns are “scattered”. Next, first-class involves standard deviation as a risk measure. This risk measure dates back to the origination of portfolio theory in the 1950-s. From one side this measure is deeply involved in modern portfolio optimization procedures. On another side, its definite disadvantage is the estimation of the deviation from the mean in both directions. Investors really worried about deviations downside. Semivariations (upper and lower) correct this defect. One of the widely used in this context is the Fisher measure [6]. By the way, this measure satisfies conditions of coherency.

Also, this class includes such risk measures as skewness, which reflects the asymmetry of the distribution of returns, and kurtosis, which is an indicator of “heavy tails”. Expected utility theory shows that investors prefer to maximize the (positive) skew and minimize kurtosis [7].

The second class of risk measures is based on a quantile approach. One of the substantive measures of risk is Value-at-Risk (VaR). This risk measure was constructed in the middle of 1970 [8] and then was promptly implemented as in practice as in regulative techniques of risk measurement. The essence of VaR is to look for 95%-quantile of the distribution function of income/losses (at the framework considered time period). The bottom line of the VaR application is to identify the capital amount for coverage possible losses below VaR.

It is possible to notice, that VaR is a universal measure that couples together 3 components:

- losses,
- time interval,
- investor's risk attitude.

The main disadvantage of this measure used is the lack of coherency for a large class of returns distributions.

The universalization of VaR is the Conditional Value-at-Risk (CVaR). This risk measure is defined as average losses beyond the quantile corresponding to VaR. CVaR is more adequate to sharp falls in crisis conditions and is coherent. The ratio of CVaR/VaR also an important indicator, which provides the correspondence between “catastrophic” losses and losses in “calm” times.

Method for the estimation risk-return correspondence in shock passing. The basic point of our method is to separate the whole time period into three sub-intervals. The first interval, which was indicated in our research as 07/01/2019 – 01/15/2020 corresponds to the period “before shock”. At this period world markets (including ETF`s market) were relatively stable and it may be considered as a starting point for following a risk assessment.

The second interval was indicated as 16/01/2020 –03/31/2020. This period includes explicitly shock induced by COVID-19. At the beginning of this period, markets got the jitters and crashed in mid-March 2020.

The third interval was identified as a recovery period. It was indicated by the proposed approach as 04/01/2020 to 10/14/2020.

One point of our methodology focuses on comparative analysis of risk-return correspondence in the first above-mentioned period and third. The logic involves estimates changes upon completion shock. This estimation was considered by applying risk measures from the variation approach and quantile approach.

We introduced two indicators that directly captured shock. The first indicator, which is the risk indicator, is defined as the “deepness”. It indicates the maximum negative return from the average price in the first period. A second indicator named recovery rate was defined as the average price for third-time intervals divided by the average price in the first period.

It is necessary to note, that the nature of introduced indicators attached conditions to the length of first and third intervals. The consideration of simply average price though interval be contrary to possible increased or decreased dynamically. So, the starting point of the first interval and ending point was grounded by a balance between “too short” and “too long” periods.

Sample and Source Data. Our research was focus on crises passing by companies specializing in the tech industry. The USA stock market was chosen as the object of study. Because from our point of view this market in eminently effective reflects achievements of companies and market pricing. Let us concretize. Investigated segment largely corresponds to intangible assets. Particularities of companies with intangible assets involve the fact that under U.S. GAAP they are not presented in the balance sheet. Therefore, the balance sheets of these companies do not fully reflect the value of their intangible assets. One of the useful approaches is to estimate value by market indicators rather than a balance sheet. On this track, our research is elucidated values changing through passing shock induced by COVID-19.

We used two groups of ETFs which provide exposure in two fields. The first group is Artificial Intelligence exchange-traded funds (AI ETFs) and the second group is ETFs related to FAANG. Advantages of ETF-based approach based on reducing the specific risk of a concrete company. Because typical ETF

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

corresponds to fund, which carries with it systematic risk than specific. So, it will be more adequate to estimate risk-return to the whole system.

It was used information resource <https://etfdb.com/>, from which was chosen 11 AI ETFs and 20 FAANG ETFs. Data for the analysis was used from [9] ETF SPY, which corresponds to the index S&P500 was used for comparative analysis.

Table 1

Source data

ETFs	Before shock		Shock		Post-shock	
	Price	Daily trading volume	Price	Daily trading volume	Price	Daily trading volume
1	2	3	4	5	6	7
SPY	303,55	63982701	222,95	167332642	314,44	88654015
QQQ	196,65	25258623	169,30	67017500	250,49	45883066
IWF	164,91	1311527	131,63	2533100	195,72	1850758
ONEQ	327,06	34827	266,23	97531	394,12	55699
IVW	45,97	1720500	36,14	5084231	52,80	2640000
SCHG	86,92	407470	69,19	867429	103,60	616386
TQQQ	35,00	33520145	17,75	91332692	51,81	78436496
IUSG	64,39	577247	49,63	989689	73,12	566263
MGK	136,27	163368	111,48	530746	166,61	445747
SPYG	39,82	1162137	31,23	3686955	45,74	2787760
SKYY	58,57	201530	46,00	422549	72,35	615874
VONG	169,54	68846	134,98	189353	201,24	130005
VOOG	165,60	84134	129,79	348553	190,29	164842
QLD	52,54	2031574	36,31	4855000	76,36	3089562
IWY	89,98	68541	73,46	182333	109,13	201598
IGM	225,89	34076	188,85	93165	280,55	65728
QYLD	23,11	317067	17,99	706169	21,00	597567
XLG	218,68	34289	171,98	67980	242,94	57614
FNGU	4,29	1278865	2,65	4570962	13,25	5791460
SQQQ	147,36	2893865	79,95	11359615	40,46	34145036
IYW	53,17	427936	45,35	926239	67,51	681340
VGT	224,41	498918	185,49	1362543	278,80	872739
BOTZ	20,49	567293	15,11	981448	24,26	889218

Table 1 (ending)

1	2	3	4	5	6	7
PNQI	136,34	18724	111,99	28934	178,93	32451
XT	39,89	110164	30,69	434813	44,86	233250
XLK	83,66	10251087	70,40	23545192	104,74	12100894
FDN	138,54	357278	107,38	557754	170,59	652217
FTEC	66,36	269177	54,79	798794	82,38	481452
IXN	191,61	71946	160,27	148842	235,83	91357
ARKQ	33,71	18933	27,51	63698	48,97	164251
KOMP	34,15	44020	24,34	312690	37,95	177390
ROBO	39,33	128705	28,96	222518	43,78	175162

The source data demonstrate big changes in prices through shock pipeline.

3. Results and Discussion

Measurement impact of shock and recovery rate. Financial shock induced by Covid-19 was realized in the middle of March. This shock has spread to nearly every stock market. It concerns traditional financial instruments as an alternative. The uncertainties relating to the impact on the world economy were suddenly raised. Economic Policy Uncertainty Index has grown in May 2020 two times in comparison to January 2020 [10]. Baker, et al. [11] structured this uncertainty for different components, one of which is stock market volatility. But at a short time recovering was starting. This process is quite different for companies from various spheres. The stocks of Boeing Co, for example, demonstrated very slow price recovering but stocks of Apple Inc. demonstrated recovery which moved to high speed increasing price [12].

We introduced two measures for characterizing “risk-return” correspondence in shock.

The first indicator is “shock deepness” which is defined as:

$$\text{Shock deepness} = \frac{\text{Minimum price at second sub-interval}}{\text{Average price at first sub-interval}} - 1, \text{ briefly (SD)}$$

$$\text{Recovery rate} = \frac{\text{Average price at third sub-interval}}{\text{Average price at first sub-interval}}, \text{ briefly (RR)}$$

First can be interpreted as “risk measure” and second as “return measure” (this is not classical return).

SD has the nature of classical return with some specification which is linked to average price through first sub-interval. It was due to exclusion from consideration price volatility before fallen. RR concern with corresponding after-shock price to before shock price. The logic of using such a form of RR is to desire estimate comparison with before shock period, not with the “bottom price”.

The application of this estimation to FAANG and AI ETFs constituents is presenting in Fig. 1.

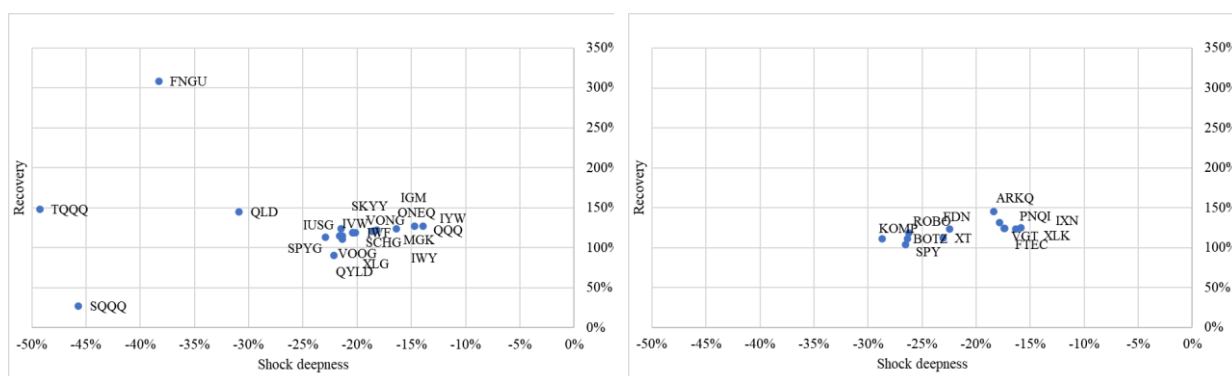


Fig. 1. Deepness of Fallen for FAANG and AI ETFs

The analysis of this diagram can detect the close to the linear dependency between *RR* and *SD*. Namely:

$$RR = -0,85SD + 1,05 \quad (R\text{-squared} = 0,03) \quad \text{– for FAANG ETFs,}$$

$$RR = 1,66SD + 1,57 \quad (R\text{-squared} = 0,51) \quad \text{– for AI ETFs.}$$

Changing risk-return correspondence from variability approach. The estimations of basic variability risk measures were applied for the first- and third- time sub-intervals. All returns were calculated on the daily basis. The results are presented in Table 2.

Moreover, risk-return correspondence on the base of the classical H. Markowitz approach is given in Fig. 2 (before shock) and Fig. 3 (after shock).

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Table 2

Statistical analysis for risk measures

Stocks	min		max		mean		Std		skewness		kurtosis	
	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock
SPY	-0,0301	-0,0576	0,0196	0,0672	0,0008	0,0023	0,0078	0,0155	-1,0450	-0,2719	3,2240	3,1314
QQQ	-0,0353	-0,0507	0,0219	0,0715	0,0012	0,0033	0,0094	0,0178	-0,8135	-0,3754	2,0138	1,9604
IWF	-0,0328	-0,0543	0,0223	0,0729	0,0010	0,0031	0,0085	0,0169	-0,8771	-0,3326	2,3670	2,6150
ONEQ	-0,0365	-0,0518	0,0235	0,0729	0,0010	0,0033	0,0092	0,0171	-0,8323	-0,3669	2,3031	2,4124
IVW	-0,0291	-0,0532	0,0200	0,0729	0,0008	0,0029	0,0079	0,0163	-0,9136	-0,2213	2,3788	2,9262
SCHG	-0,0321	-0,0544	0,0207	0,0745	0,0010	0,0032	0,0083	0,0169	-0,9007	-0,2820	2,6172	2,7804
TQQQ	-0,1050	-0,1537	0,0661	0,2093	0,0033	0,0098	0,0280	0,0528	-0,8218	-0,4079	2,0312	1,9222
IUSG	-0,0282	-0,0546	0,0197	0,0729	0,0008	0,0029	0,0079	0,0162	-0,8609	-0,2065	2,3032	3,0001
MGK	-0,0332	-0,0521	0,0233	0,0760	0,0011	0,0032	0,0089	0,0173	-0,7972	-0,2653	2,0992	2,5562
SPYG	-0,0297	-0,0528	0,0207	0,0729	0,0008	0,0029	0,0080	0,0163	-0,8801	-0,2005	2,4293	2,9144
SKYY	-0,0377	-0,0570	0,0262	0,0651	0,0008	0,0034	0,0110	0,0188	-0,6003	-0,4958	0,8144	1,4863
VONG	-0,0325	-0,0546	0,0218	0,0709	0,0010	0,0032	0,0085	0,0168	-0,9013	-0,3697	2,4555	2,5113
VOOG	-0,0301	-0,0535	0,0204	0,0722	0,0008	0,0028	0,0079	0,0163	-0,9039	-0,2194	2,5907	2,8345
QLD	-0,0724	-0,1025	0,0452	0,1421	0,0022	0,0066	0,0190	0,0356	-0,8490	-0,3898	2,2386	1,9183
IWY	-0,0324	-0,0540	0,0209	0,0721	0,0011	0,0031	0,0084	0,0172	-0,9093	-0,3659	2,4189	2,3965
IGM	-0,0395	-0,0548	0,0250	0,0820	0,0011	0,0033	0,0103	0,0184	-0,7601	-0,1586	1,6967	2,6449
QYLD	-0,0309	-0,0270	0,0227	0,0246	0,0003	0,0009	0,0071	0,0080	-0,9838	-0,3603	5,2775	1,8082
XLG	-0,0314	-0,0561	0,0177	0,0666	0,0009	0,0025	0,0079	0,0156	-0,9693	-0,3249	2,8057	2,7788
FNGU	-0,1381	-0,8920	0,0909	9,0031	0,0057	0,0734	0,0390	0,7750	-0,5764	11,273	1,1969	127,57
SQQQ	-0,0669	-0,2102	0,1055	0,1536	-0,0034	-0,0100	0,0281	0,0531	0,8136	0,4203	2,0349	1,9237
IYW	-0,0400	-0,0594	0,0253	0,0805	0,0015	0,0034	0,0106	0,0192	-0,7661	-0,3231	1,6966	2,4063
VGT	-0,0411	-0,0591	0,0248	0,0852	0,0013	0,0034	0,0105	0,0193	-0,7923	-0,1889	1,8553	2,7159
BOTZ	-0,0466	-0,0590	0,0284	0,0768	0,0005	0,0036	0,0127	0,0179	-0,4067	-0,1463	1,1696	2,7440
PNQI	-0,0441	-0,0486	0,0308	0,0677	0,0007	0,0042	0,0117	0,0181	-0,5258	-0,3016	1,3723	1,0526
XT	-0,0308	-0,0565	0,0180	0,0667	0,0009	0,0028	0,0084	0,0151	-0,8422	-0,2510	1,5705	3,2666
XLK	-0,0417	-0,0573	0,0250	0,0853	0,0014	0,0032	0,0106	0,0193	-0,8010	-0,1690	1,9955	2,6844
FDN	-0,0395	-0,0530	0,0213	0,0764	0,0001	0,0037	0,0107	0,0182	-0,7045	-0,1130	1,0492	1,9472
FTEC	-0,0408	-0,0581	0,0263	0,0864	0,0013	0,0034	0,0105	0,0193	-0,7625	-0,1733	1,7912	2,8532
IXN	-0,0381	-0,0564	0,0257	0,0826	0,0014	0,0031	0,0106	0,0188	-0,6746	-0,1671	1,4223	2,6256
ARKQ	-0,0367	-0,0704	0,0255	0,0920	0,0012	0,0050	0,0132	0,0229	-0,5809	-0,2011	0,5092	2,0809
KOMP	-0,0345	-0,0666	0,0206	0,0749	0,0009	0,0037	0,0090	0,0189	-0,9289	-0,3745	2,1374	2,4369
ROBO	-0,0368	-0,0619	0,0275	0,0841	0,0005	0,0032	0,0116	0,0176	-0,3909	0,1400	0,7668	3,9175
Average	-0,0434	-0,0918	0,0301	0,3712	0,0011	0,0054	0,0120	0,0447	-0,7262	0,1317	1,9809	6,5063
Rate of increasing		111,7%		1132%		401%		271,5%		-118%		228%

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

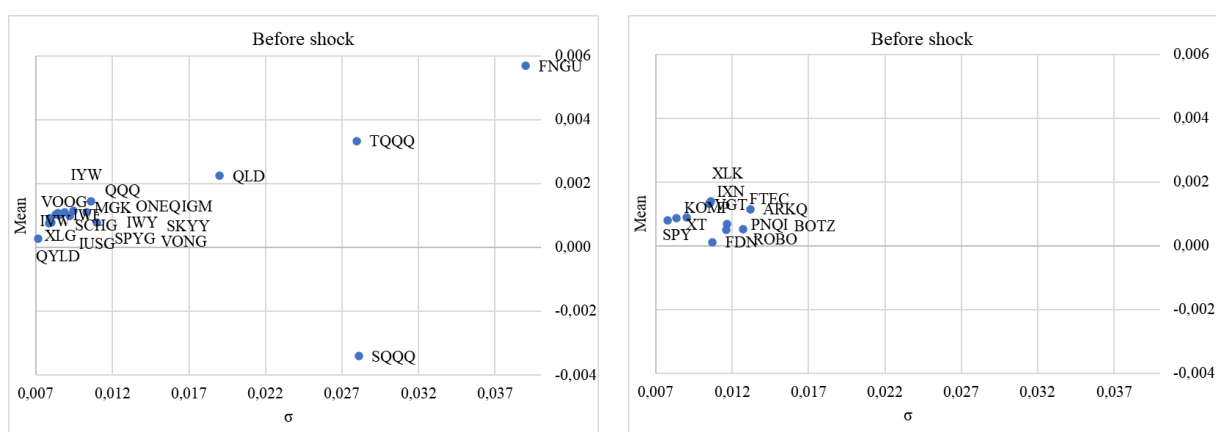


Fig. 2. Risk-return correspondence comparison before shock from variability point of view.

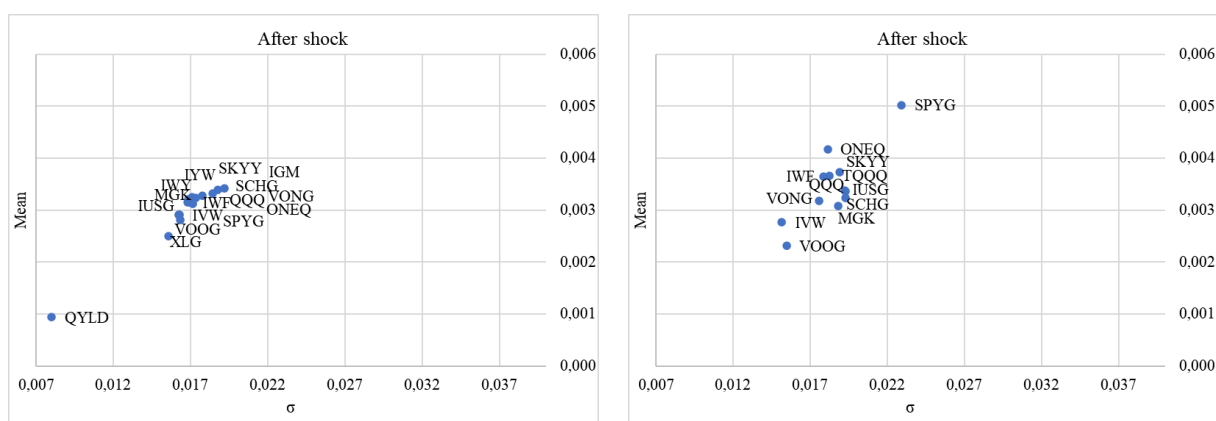


Fig. 3. Risk-return correspondence comparison after shock from variability point of view.

Analysis of received results makes it clear that all risk measures have grown. Mean and standard deviation increased by approximately 400% and 270% and kurtosis by 228%. This indicates the increased volatility of aftershock, which is natural. Also, we can see an extremely high growth of skewness. As was noted investors prefer positive skewness. The explanation of this effect that stocks of many companies leaped up aftershock.

Changing risk-return correspondence within the Value-at-Risk approach. Consideration of the risk-return correspondence within the VaR approach shows certain differences from the previous approach. The main difference is that risk measures do not indicate so much increase as in the variability approach. The increase has averages 71%. Table 3 presents changes in the values of risk measures.

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Table 3

Risk measurement by VaR and CVaR

Stocks	VaR		CVaR		CVaR/VaR	
	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock	Before shock	Post-shock
SPY	-0,0136	-0,0232	-0,0204	-0,0352	1,501	1,516827
QQQ	-0,0160	-0,0270	-0,0225	-0,0409	1,40672	1,51589
IWF	-0,0146	-0,0252	-0,0210	-0,0391	1,438303	1,550238
ONEQ	-0,0157	-0,0257	-0,0218	-0,0401	1,39033	1,563501
IVW	-0,0137	-0,0238	-0,0204	-0,0372	1,485361	1,565048
SCHG	-0,0141	-0,0248	-0,0202	-0,0388	1,433634	1,561602
TQQQ	-0,0475	-0,0806	-0,0673	-0,1228	1,416766	1,5239
IUSG	-0,0136	-0,0236	-0,0200	-0,0368	1,473574	1,556
MGK	-0,0150	-0,0256	-0,0212	-0,0396	1,416467	1,547868
SPYG	-0,0138	-0,0237	-0,0203	-0,0370	1,472223	1,560395
SKYY	-0,0189	-0,0294	-0,0259	-0,0443	1,374774	1,510171
VONG	-0,0145	-0,0253	-0,0208	-0,0390	1,433203	1,5417
VOOG	-0,0137	-0,0240	-0,0202	-0,0373	1,474425	1,553267
QLD	-0,0323	-0,0542	-0,0456	-0,0824	1,411638	1,520077
IWY	-0,0144	-0,0259	-0,0207	-0,0397	1,440005	1,532484
IGM	-0,0175	-0,0267	-0,0243	-0,0418	1,388757	1,564091
QYLD	-0,0125	-0,0127	-0,0191	-0,0188	1,532667	1,486458
XLG	-0,0136	-0,0236	-0,0198	-0,0361	1,449106	1,531617
FNGU	-0,0634	-5,1085	-0,0915	-0,2588	1,442485	0,050665
SQQQ	-0,0415	-0,0886	-0,0532	-0,1144	1,282445	1,2912
IYW	-0,0177	-0,0288	-0,0250	-0,0445	1,407306	1,545109
VGT	-0,0177	-0,0281	-0,0250	-0,0438	1,409377	1,557234
BOTZ	-0,0214	-0,0254	-0,0294	-0,0387	1,37426	1,526799
PNQI	-0,0198	-0,0267	-0,0283	-0,0386	1,430877	1,445777
XT	-0,0144	-0,0221	-0,0205	-0,0348	1,422942	1,572294
XLK	-0,0178	-0,0282	-0,0249	-0,0440	1,397301	1,556551
FDN	-0,0192	-0,0261	-0,0253	-0,0397	1,318228	1,524534
FTEC	-0,0176	-0,0281	-0,0250	-0,0443	1,415212	1,578224
IXN	-0,0176	-0,0276	-0,0245	-0,0424	1,394971	1,535173
ARKQ	-0,0224	-0,0329	-0,0323	-0,0518	1,442896	1,575184
KOMP	-0,0157	-0,0283	-0,0231	-0,0423	1,472011	1,49615
ROBO	-0,0196	-0,0235	-0,0275	-0,0375	1,401068	1,592977
Average	-0,0202	-0,1943	-0,0286	-0,0531	1,4209	1,4849
Rate of increasing		71,2%		73,0%		1,1%

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

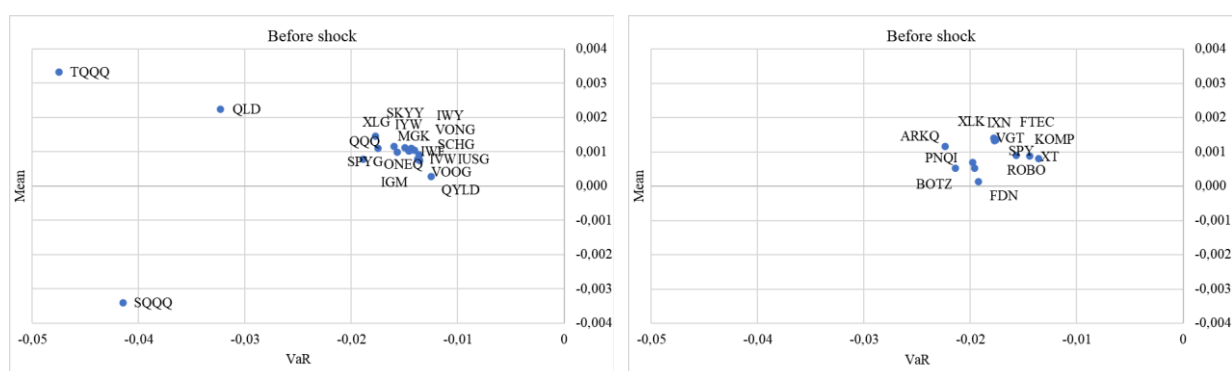


Fig. 4. Stocks Value-at-Risk before shock

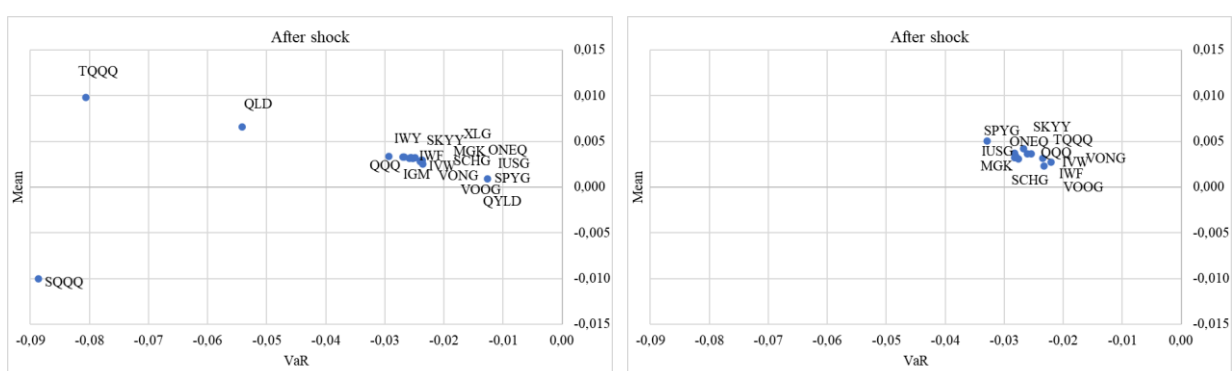


Fig. 5. Stocks Value-at-Risk after shock

The difference in displaying risk between the two approaches is as follows. After the shock, a relatively quick recovery began. The upward bursts of profitability were more than downward. At the same time, VaR and CVaR evaluate the quantiles of the left end of the distribution.

Conclusions

Induced by the pandemic of COVID-19 financial shock demonstrated a strong impact on financial markets. A high level of turmoil and uncertainty was generated. Meanwhile, we have observed a relatively quick recovery. So, the analysis of specificities of shock deployment is a multifaced actual scientific problem. One block of specificities indicates differences of passing shock by different financial instruments. The objectives of our research were devoted to analyzing particularities of shock passing by Artificial Intelligence and FAANG ETFs. These ETFs involves stocks of American high-tech companies which develop and implement artificial intelligence device. This segment is cha-

racterized by wide parts of intangible assets. After that, it is possible to apply the methodology of analysis risk-return correspondence to companies with intangible assets.

The analysis included two approaches for estimation risk-return correspondences. The first approach was based on variability assessment. The second approach was based on VaR.

The results of our investigation show relatively quick recovery as AI ETFs as FAANG ETFs. There some differences in risk-returns correspondence at the period aftershock. AI ETFs demonstrate increasing risks as returns. But FAANG ETFs show increasing risk and moderate decrease of returns.

Summing up, that analysis of risks induced by COVID-19 and their assessment pointed out several effects which have the research potential. We think that comparative analysis of recovery should provide specific characteristics for the difference.

REFERENCES

1. McKinsey&Company. COVID-19: Implications for business. <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/covid-19-implications-for-business>.
2. Carlsson-Szlezak P., Swartz P., and Reeves M. Why The Global Economy Is Recovering Faster Than Expected. Harvard Business Review, 11/03/2020. <https://hbr.org/2020/11/why-the-global-economy-is-recovering-faster-than-expected>.
3. Sharma, D., Bouchaud, J. P., Gualdi, S., Tarzia, M., & Zamponi, F. (2021). V-, U-, L- or W-shaped economic recovery after Covid-19: Insights from an Agent Based Model. PloS one, 16(3), e0247823.
4. Szegő, G. P. (Ed.). (2004). Risk measures for the 21st century (Vol. 1). New York: wiley.
5. Kaminskyi, A., Motoryn, R., & Pysanets, K. (2019). Investment risks and their measurement. Probability in Action. – V3, 103-114
6. Fischer, T. (2003). Risk capital allocation by coherent risk measures based on one-sided moments. Insurance: Mathematics and Economics, 32(1), 135-146.
7. Scott, R. C., & Horvath, P. A. (1980). On the direction of preference for moments of higher order than the variance. The Journal of finance, 35(4), 915-919.
8. Holton, G. A. (2003). Value-at-risk. Acad. press.
9. <https://www.investing.com/>.
10. Economic Policy Uncertainty Index. <https://www.policyuncertainty.com/> 12/25/2020.
11. Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., & Terry, S. J. (2020). Covid-induced economic uncertainty (No. w26983). National Bureau of Economic Research.

12. Investing.com (2020) <https://www.investing.com/> 12/27/2020.
13. Girard, M. (2020). The 5 shapes of coronavirus economic recovery – wich will it be. <https://ci.natwest.com/insights/articles/the-5-shapes-of-coronavirus-economic-recovery-and-why-our-base-case-is-a-swoosh/> 01/12/2021.
14. Just, M., & Echaust, K. (2020). Stock market returns, volatility, correlation and liquidity during the COVID-19 crisis: Evidence from the Markov switching approach. *Finance Research Letters*, 37, 101775.
15. Kaminskyi, A., Nehrey, M., Rizun, N. (2020). The impact of COVID-induced shock on the risk-return correspondence of agricultural ETFs. *Machine Learning for Prediction of Emergent Economy Dynamics 2020. Proceedings of the Selected Papers of the Special Edition of International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (M3E2-MLPEED 2020)*, Vol. 2713, 204-218.
16. Narayan, M. (2020). 3 key investment trends for a post-COVID world. <https://www.refinitiv.com/perspectives/future-of-investing-trading/3-key-investment-trends-for-a-post-covid-world/> 01/12/2021.

ГЛАВА 3

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

3.1. Концепт соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів

Під час глобальних викликів та дисбалансів, наслідками яких можуть бути як позитивні зрушення, так і кризи та мегакризи, всі без виключення суб'єкти мають змінювати характер взаємодії, модифікувати концепцію співпраці один з одним, з органами державної влади й місцевого самоврядування, регіональними громадами та населенням для протидії глобальним викликам шляхом активізації найбільш ефективних форм, методів, типів та механізмів взаємодії та створення нової філософії ціннісних й мотиваційних орієнтирів соціально-економічної взаємодії.

Процеси соціально-економічної невизначеності господарських перспектив, зумовлених сучасними викликами, формують глобальний запит на формування принципово нового логічного концепту взаємодії суб'єктів господарювання під час глобальних викликів.

Дослідженню різних аспектів взаємодії суб'єктів господарювання присвячені роботи таких дослідників як Фещур Р. В. [1], Шамаєва Л.Г. [2], Шевук Є.В. [3], Яворська Н. Р. [1], та багатьох інших. Зокрема, Шевук Є.В. обґрунтовує поняття «взаємодія» як економічної та управлінської категорії [3, с. 16]. Фещур Р.В., Тимошук М.Р., Яворська Н.Р., Якимів А.І. розкривають сутність методологічного базису соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання з навколишнім, внутрішнім і зовнішнім середовищем (рис. 1). Авторами встановлено, що понятійний базис методології соціально-економічної взаємодії утворюють такі категорії, як система, зв'язок, взаємодія, соціально-економічна взаємодія, корпоративна соціальна відповідальність. Автори зазначають, що функціонування підприємства як складної економіко-виробничої системи відбувається в умовах взаємодії із зовнішнім середовищем, яке утворюють заінтересовані сторони, з навко-

лишнім середовищем, якому відповідає екосистема, та з внутрішнім середовищем, основним елементом якого є працівники з властивими їм потребами, інтересами, цілями. Процес взаємодії відбувається шляхом створення, розвитку, занепаду зв'язків (об'єктивних, суб'єктивних) між структурними підрозділами підприємств, колективами працівників, територіальною громадою, органами державного управління та місцевого самоврядування тощо [1, с. 286].



Рис. 1. Суб'єкти соціально-економічної взаємодії на підприємствах

Джерело: [1, с. 290].

У процесі взаємодії кожна сторона прагне досягнути поставлену перед нею мету: навколишнє середовище – зберегти екосистему; внутрішнє середовище – забезпечити економічний розвиток підприємства з дотриманням положень щодо соціально відповідальної діяльності; зовнішнє середовище – урівноважити економічні та соціальні інтереси.

Наявність зв'язків є важливою характеристикою економіко-виробничої системи, через які узгоджуються як комплементарні, так і суперечливі інтереси стейкхолдерів (заінтересованих сторін). Розв'язання протиріч, що виникають між ними, відбувається у процесі соціально-економічної взаємодії підприємств із навколишнім, внутрішнім і зовніш-

нім середовищем та сприяє досягненню встановлених внутрішніх цілей кожної сторони [1, с. 286-287].

Більшість дослідників виділяють типові сфери застосування терміну «взаємодія» як соціально-економічної категорії: взаємодія суб'єктів господарювання та суспільства; взаємодія суб'єктів господарювання з клієнтами; взаємодія з контрагентами (банками, страховими компаніями тощо); взаємодія держави та суб'єктів господарювання; взаємодія конкурентів.

Незважаючи на вагомі внески науковців у дослідження проблематики взаємодії суб'єктів господарювання з зовнішнім середовищем, недостатньо розглянуто нагальну в сучасних умовах проблему зміни характеру взаємодії суб'єктів господарювання в умовах сучасних глобальних викликів, ідентифікація і класифікація яких представлена у роботі [4, с. 40]. В умовах глобальних викликів актуалізується питання модифікації механізмів соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання, що є важливим завданням виходячи із необхідності пошуку нового, інноваційного механізму взаємодії суб'єктів господарювання під час соціально-поведінкових обмежень, переходу значної кількості суб'єктів на дистанційний формат роботи, електронний бізнес, стрімкого поширення серед суб'єктів господарювання криптовалют через зміни ландшафту фінансових ринків й знецінення фіатних грошей; релокалізації в інші регіони України або зарубіжні країни й розпаду у зв'язку з цим усталених зв'язків та появи нових зв'язків суб'єктів господарювання, що є наслідками різних світових потрясінь і дисбалансів. Виникає необхідність побудови загального концепту взаємодії суб'єктів в умовах глобальних викликів.

Метою дослідження є розробка концепту соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах сучасних глобальних викликів.

Концепт взаємодії суб'єктів господарювання під час глобальних викликів включає чотири взаємопов'язані блоки – теоретико-експлейнарний базис взаємодії, змістовний (парадигмально-методологічний), прикладний та управлінський базис взаємодії суб'єктів господарювання (рис. 2).



*Рис. 2. Концепт взаємодії суб'єктів господарювання
в умовах глобальних викликів*

Джерело: розроблено авторами

Блок 1. Теоретико-експлейнарний базис взаємодії суб'єктів господарювання, зміст якого наведено на рис. 3, включає дослідження гносеологічного поля соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання та забезпечуючих підсистем соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

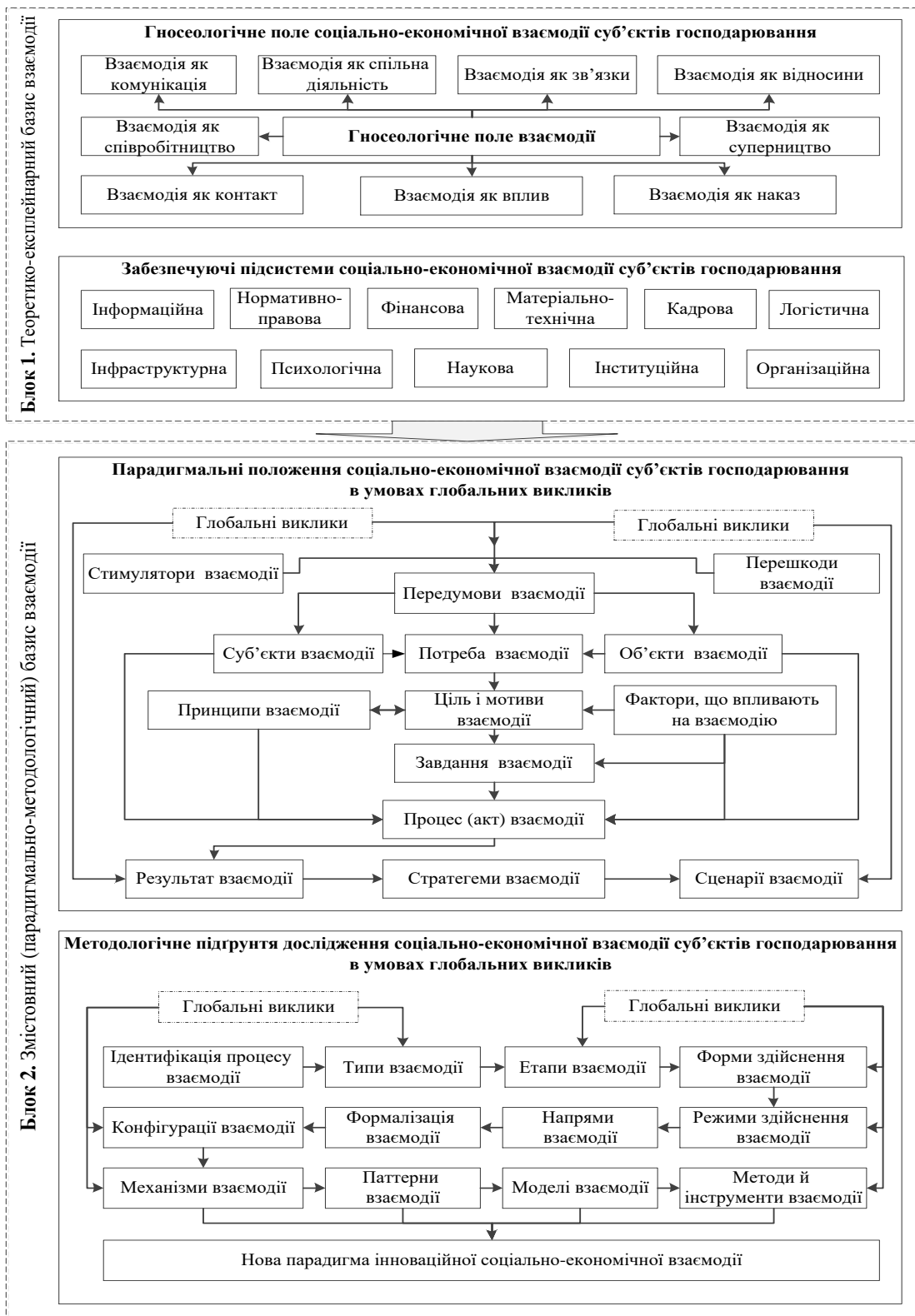


Рис. 3. Теоретико-експлейнарний та змістовний базиси взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів

Джерело: розроблено авторами

Поняття експлейнарного (пояснювального) базису розвитку підприємства, відповідного гносеологічного поля детально розглянуто в роботах Погорелова Ю.С. [5], [6]. У роботах Козаченко Г.В. розглянуто експлейнарний базис екосесента [7] та експлейнарний базис економічної безпеки стратегічного альянсу [8].

В даній роботі цей термін (експлейнарність) використано як сукупність теоретичних основ і положень для пояснення взаємодії суб'єктів.

Гносеологічне поле соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів є фундаментальним елементом. В процесі пізнання категорії «взаємодії» первинно мають визначатися її дефініції як соціальної, економічної, філософської, психологічної та управлінської категорії (табл. 1).

Таблиця 1

Дефініції взаємодії як соціальної, економічної, управлінської,
філософської, психологічної категорії

Дефініція	Автори
1	2
Взаємодія – категорія, що відображає процеси впливу об'єктів один на одного, їх взаємну обумовленість і породження одним об'єктом іншого.	Словник термінів з філософії [9]
Взаємодія – сукупність процесів впливу різних об'єктів один на одного, їхня взаємозумовленість та зміна стану чи взаємоперехід, а також породження одним об'єктом іншого. Якості об'єкта можуть проявитися і бути пізнаними лише у взаємодії з іншими об'єктами. Взаємодія є інтегруючим фактором, за допомогою якого відбувається поєднання частин у певний тип цілісності – структуру.	Словник української мови [10, с. 121]
Взаємодія – процес впливу об'єктів один на одного, що визначає їхню взаємозумовленість і зв'язок	Дьяченко М. [11, с. 54]
Взаємодія – об'єктивна і універсальна форма руху, розвитку, яка визначає існування і структурну організацію будь-якої матеріальної системи, а з втратою взаємодії система перестає існувати.	Бир С. Т. [12, с. 213]
Взаємодія – це універсальна властивість всього існуючого світу речей і явищ у їх взаємній зміні, впливові одного на ін. ... є особливим видом спільної діяльності систем чи підсистем, які спрямовані на спільне виконання якоїсь мети.	Москаленко В.В. [13, с. 112]

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Продовження табл. 1

1	2
Взаємодія (або «інтеракція») й вона здебільшого ототожнюється зі взаємодією) – це система зв'язків і взаємодій між індивідами, соціальними групами, сукупність усіх соціальних відносин	
Взаємодія – це процес безпосереднього або опосередкованого впливу суб'єктів один на одного, що породжує їх взаємну обумовленість і зв'язок. Саме причинна обумовленість становить головну особливість взаємодії, коли кожна з взаємодіючих сторін виступає як причина іншої та як наслідок одночасного зворотного впливу протилежної сторони, що визначає розвиток об'єктів та їх структур. Якщо під час взаємодії виявляється протиріччя, то воно виступає джерелом саморуху і саморозвитку явищ та процесів. Під взаємодією розуміється не тільки вплив суб'єктів один на одного, але й безпосередня організація їх спільних дій, що дозволяє реалізувати загальну для суб'єктів діяльність. Взаємодія як матеріальний процес супроводжується передачею матерії, руху і інформації. Воно відносно, здійснюється з кінцевою швидкістю і в певному просторі-часі. Однак ці обмеження діють лише для безпосередньої взаємодії. Для опосередкованих форм взаємодії просторово-часових обмежень не існує	Головин С.Ю. [14, с. 281]
Взаємодія – особливий тип відносин між об'єктами, при якому кожний з об'єктів діє (впливає) на інші об'єкти, приводячи їх до зміни, водночас зазнає дії (впливу) з боку кожного з цих об'єктів, що, у свою чергу, зумовлює зміну його стану. Її фундаментальне значення зумовлено тим, що вся людська діяльність у реальному світі, практика, а саме — наше існування і відчуття його реальності — ґрунтуються на різноманітних взаємодіях, які людина здійснює і використовує як засіб пізнання, знаряддя дії, спосіб організації буття	Петровский А. В., Ярошевский М. Г. [15, с. 87]
Взаємодія – процес взаємного впливу об'єктів один на одного, всякий зв'язок і стосунки між матеріальними об'єктами і явищами	Андресва Г.М. [16, с. 24]
Взаємодія – вид безпосереднього чи опосередкованого, зовнішнього або внутрішнього відношення, зв'язку. Властивості об'єкта можуть виявлятися і бути пізнаних тільки у взаємодії з іншими об'єктами. Взаємодія виступає як інтегруючий фактор, за допомогою якого відбувається об'єднання частин у певний тип цілісності, організація структури. Кожна форма руху матерії має в своїй основі певні типи взаємодії структурних елементів	Щуркова Н. Е. [17, с. 65]

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Закінчення табл. 1

1	2
Взаємодія – сукупність процесів впливу різних об’єктів один на одного, їхня взаємозумовленість та зміна стану чи взаємоперехід, а також породження одним об’єктом іншого. Якості об’єкта можуть проявитися і бути пізнаними лише у взаємодії з іншими об’єктами. Взаємодія є інтегруючим фактором, за допомогою якого відбувається поєднання частин у певний тип цілісності – структуру	Анцупов А.Я. [18, с. 71]
Взаємодія у соціології – така форма спілкування осіб, соціальних спільнот, угруповань, за якою систематично здійснюється їх вплив один на одного, реалізується соціальна дія кожного з партнерів, досягається пристосування дій одного до дій іншого, спільність у розумінні ситуації, сенсу дій і певний ступінь солідарності та злагоди між ними.	Ібрагімова К. О. [19, с. 40]
Взаємодія у психології – це процес безпосереднього або опосередкованого впливу людей один на одного, що породжує їх взаємну обумовленість і зв’язок. Саме причинна обумовленість становить головну особливість взаємодії, коли кожна з взаємодіючих сторін виступає як причина іншої та як наслідок одночасного зворотного впливу протилежної сторони, що визначає розвиток об’єктів та їх структур. Якщо під час взаємодії виявляється протиріччя, то воно виступає джерелом саморуху і саморозвитку явищ та процесів. Під взаємодією в психології, зазвичай, розуміється не тільки вплив людей один на одного, але й безпосередня організація їх спільних дій, що дозволяє групі реалізувати загальну для її членів діяльність	Крисько В.Г. [20, с. 36]

Джерело: розроблено авторами на підставі [9-22].

У межах гносеологічного поля дослідження пропонується розглядати взаємодію як співробітництво та суперництво, як комунікацію, спільну діяльність, зв’язки, відносини, контакт, вплив, наказ.

Співробітництво передбачає такі дії, які сприяють організації спільної діяльності суб’єктів господарювання, забезпечують її успішність, узгодженість, ефективність. Цей вид взаємодії позначають також поняттями «згода», «спільна дія», «кооперація», «пристосування», «асоціація».

Суперництво передбачає дії, які певною мірою розхитують спільну діяльність, створюють перепони на шляху до порозуміння, їх позначають

також поняттями «конкуренція», «конфлікт», «опозиція», «дисоціація» [23].

З психологічної точки зору механізм соціальної взаємодії складається з потреби, мотивації і самої дії [23, с. 211].

На думку Корнєва М. Н. взаємодія завжди має інтерсуб'єктивний характер, ознаками якого є:

– предметність (наявність спільної конкретної мети, що зумовлює спільність дій у ході її досягнення);

– ситуативність, або регламентованість конкретними обставинами: тривалістю, інтенсивністю, нормами та правилами взаємодії;

– рефлексивність (рефлексивна багатозначність) – можливість для взаємодії бути виявом як суб'єктивних намірів, так і наслідком спільної участі в колективній діяльності;

– експлікованість – можливість спостереження, реєстрації конкретних дій суб'єктів взаємодії [24, с. 211].

Дефініції терміну «взаємодія» як соціально-економічної категорії представлено в табл. 2.

Взаємодія як економічна категорія – це міжособистісні відносини, що виникають у процесі участі в спільній роботі, діяльності, співробітництві, спільному здійсненні операцій чи виконанні угод.

Взаємодія як управлінська категорія – спільна діяльність учасників, що заснована на позитивній реакції одного учасника на вплив іншого через побудовану (існуючу) систему зв'язків між ними, що супроводжується процесами обміну інформацією (комунікацією) [3, с. 15].

Отже, «взаємодію» як соціально-економічну категорію пропонується розглядати як систему сумісних дій кількох суб'єктів, при якій результат дії одного з них впливає на інші. При цьому, під час взаємодії рівень фінансового ризику та витрати при здійсненні різних операцій часто значно знижуються, а фінансові результати, навпаки, покращуються, і, таким чином, проявляється ефект синергії, що є сумуючим ефектом, який полягає у тому, що при взаємодії двох або більше суб'єктів їх дія суттєво переважає

ефект кожного окремого компонента у вигляді простої їх суми, тобто мова йде про ефект синергії, коли «1+1=3». Наприклад, в результаті фінансової взаємодії страхових компаній та банківських установ клієнтам пропонуються комплексні програми грошового та фінансового посередництва, де пріоритетне значення матиме одночасно банківське, страхове та інвестиційне обслуговування.

Таблиця 2

Дефініції взаємодії як соціально-економічної категорії

Підхід до розкриття сутності поняття «взаємодія»	Найбільш характерне визначення поняття «взаємодія»	Науковці, які підтримували даний підхід
Розгляд взаємодії через співробітництво (спільну роботу)	Взаємодія – участь у спільній роботі, діяльності: співробітництво, спільне здійснення операцій, виконання угод	Азріліян О. М. [25, с. 125], Мочерний С. В. [26, с. 94], Райзберг Б. А. [27, с. 73]
Розгляд взаємодії через зв'язки	Взаємодія – взаємний зв'язок між предметами у дії, а також погоджена дія між ким-, чим-небудь	Дьяченко М. [11], Щуркова Н. Е. [17], Гордієнко Д. Д. [28, с. 23]
Розгляд взаємодії через відносини	Взаємодія – міжособистісні відносини, що необхідні або можливі у зв'язку з виконуваними діями	Петровский А. В., Ярошевский М. Г. [15], Пасс К. [29, с. 44]
Розгляд взаємодії через комунікацію	Взаємодія – форма соціальної комунікації або спілкування, яка являє собою систему соціальних дій як мінімум між двома особами, або соціальними спільнотами, або індивіда та соціальної спільноти	Ібрагімова К. О. [19], Поршнев А. Г. [30, с. 67]
Розгляд взаємодії через вплив	Взаємодія – це процес безпосереднього або опосередкованого впливу суб'єктів один на одного.	Головин С. Ю. [14], Крисько В. Г. [20], Борисова В. В. [31, с. 54], Парахіна В. М. [32, с. 103], Смірнов Е. О. [33, с. 37]

Джерело: розроблено на підставі [3].

Основні категорії теоретико-експлейнарного базису соціально-економічної взаємодії наведено в табл. 3.

Основні категорії теоретико-експлейнарного базису соціально-економічної взаємодії

Категорія	Сутність
Система	<ol style="list-style-type: none"> 1. Система – сукупність елементів, що взаємодіють між собою та утворюють нову сутність. 2. Система характеризується структурною функцією та відношенням цілісності. 3. Структура системи задається кількістю елементів і зв'язками між ними, які проявляються у процесі взаємодії
Зв'язки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зв'язки між структурними елементами системи існують, якщо вони впливають на їх поведінку. 2. Зв'язки позначаються на діяльності підприємств у процесі їх взаємодії із середовищем функціонування. 3. Тяглий, стабільний і довірчий характер налагоджених зв'язків визначає можливість ефективної взаємодії сторін бізнес-процесу для досягнення встановлених економічних і соціальних цілей
Взаємодія	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взаємодія – взаємний зв'язок із обумовленим впливом одного об'єкта на інший. 2. Найбільш вагомим фактором впливу на розвиток підприємств є взаємодія між економічними об'єктами і суб'єктами. 3. Взаємодія – невід'ємна умова розвитку системи
Соціальна взаємодія	<ol style="list-style-type: none"> 1. Соціальна взаємодія – вид соціального зв'язку. 2. Соціальна взаємодія – форма соціальної комунікації, що спрямована на досягнення спільної вигоди
Соціально-економічна взаємодія	<p>У рамках соціальної взаємодії розрізняють взаємодію економічну ... як основу взаємодії у сфері надбудови відносин, яка детермінує їх у кінцевому підсумку, зазначаючи одночасно їх активного впливу через соціальні норми та цінності, свідомість, діяльність політичних партій та громадських організацій»</p>
Корпоративна соціальна відповідальність	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корпоративна соціальна відповідальність – вид взаємодії підприємств і суспільства. 2. Корпоративна соціальна відповідальність – відповідальність організації за вплив її рішень та діяльності на суспільство, навколишнє середовище через прозору та етичну поведінку, що сприяє сталому розвитку, зокрема здоров'ю та добробуту суспільства; враховує очікування заінтересованих сторін; відповідає законодавству, що застосовується та узгоджується з міжнародними нормами поведінки; зінтегрована в діяльність усієї організації та застосовується в її взаємовідносинах

Джерело: складено на підставі [34, с. 182], [35, с. 218], [36, с. 299], [37, с. 312], [38].

2. *Забезпечуючі підсистеми соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів* включають нормативно-правову, фінансову, матеріально-технічну, кадрову, інформаційну, логістичну, інфраструктурну, психологічну, наукову, інституційну, організаційну забезпечуючі підсистеми:

– інформаційне забезпечення передбачає вільний доступ до економічної, комерційної, статистичної, облікової, фінансової інформації, яка не є комерційною чи державною таємницею й може бути підставою для прийняття рішення щодо взаємодії або зміни суб'єктного складу чи характеру взаємодії з іншими суб'єктами (бази знань, бази даних, інформаційні системи, програмні продукти, технічні засоби);

– нормативно-правове забезпечення включає формальне закріплення конкретних видів взаємодії суб'єктів господарювання один з одним, з громадянами, з банківськими установами, страховими компаніями, державними органами тощо на підставі законів України, постанов ВР України та КМУ, указів президента України, наказів, розпоряджень міністерств і відомств;

– фінансове забезпечення включає різноманітні фонди фінансових ресурсів, необхідні для здійснення взаємодії;

– матеріально-технічне забезпечення включає наявність відповідних матеріальних і технічних ресурсів, які необхідні для реалізації процесу взаємодії;

– кадрове забезпечення передбачає наявність людських ресурсів при здійсненні взаємодії;

– логістичне забезпечення передбачає логістичне управління потоками за вартісно-часовими критеріями в процесі забезпечення взаємодії;

– інфраструктурне забезпечення включає необхідність наявності доріг, портів, систем зв'язку тощо, необхідних для здійснення соціально-економічної взаємодії;

– психологічне забезпечення передбачає, що взаємодія здійснюється на підставі волевиявлення взаємодіючих суб'єктів, наявність емоційно-

психологічної складової, соціально-психологічного клімату, згуртування під час взаємодії, наслідування стилю та шаблонів поведінки під час взаємозв'язків суб'єктів [39];

– наукове забезпечення процесу взаємодії передбачає наявність знаннєвої бази, на підставі якої здійснюється взаємодія між суб'єктами, продукування нових знань, інноваційних, креативних, отриманих в процесі взаємодії, а також безпосередньо взаємодія суб'єктів господарювання з університетами, науково-дослідними інститутами, науковими центрами, науковими установами;

– інституційне забезпечення передбачає наявність відповідних інститутів при здійсненні взаємодії на засадах державно-приватного партнерства, об'єднань підприємств, кластерів підприємств, краудандинг (взаємодія відбувається в мережі Інтернет на спеціалізованих платформах або в соціальних мережах), удосконалення старих та створення нових інститутів під дією впливу глобальних викликів;

– організаційне забезпечення включає сукупність заходів, що проводяться для здійснення взаємодії, а також сукупність документів, що встановлюють організаційну структуру взаємодії; до організаційного забезпечення відноситься організаційна культура, поведінкові аспекти організації роботи, компетентності, стандарти корпоративної соціальної відповідальності, цінності.

В процесі реалізації теоретико-експлейнарного базису дослідження використано історичний метод, методи верифікації теоретичних положень (морфологічний аналіз змісту та взаємозв'язку категорій, принципів та законів, оцінка відповідності історичних фактів теоретичним гіпотезам), методи аналізу і синтезу, індукції і дедукції, логічний метод (гіпотетичний та аксіоматичний підхід), метод порівняння тощо.

Блок 2. Змістовний (парадигмально-методологічний) включає парадигмальні положення соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів та методологічне підґрунтя дослі-

дження соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів.

Парадигмальні положення соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів. Глобальні виклики можуть призвести як до позитивних зрушень, так і до вкрай негативних наслідків, отже, бути як стимуляторами, так і ускладнюючими факторами (перешкодами, бар'єрами) взаємодії, що визначає передумови взаємодії.

Наявність глобальних викликів впливає на прийняття рішення щодо взаємодії і, найголовніше, щодо методів здійснення цієї взаємодії. Процес (акт) взаємодії можна представити у вигляді формули:

Суб'єкт + Потреба + Мотив + Ціль + Об'єкт = Процес (акт) взаємодії

Процес взаємодії визначає її результати, на які також впливають глобальні виклики (див. рис. 3). На підставі отриманих валідних результатів можна побудувати стратегію взаємодії і сценарії взаємодії.

Ціль і мотиви взаємодії визначають її основні принципи. Під принципом взаємодії розглядають основне, найзагальніше, вихідне положення, засіб, правило, яке визначає природу та соціальну сутність явища, його спрямованість і найсуттєвіші властивості. Принципи соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів, визначено у попередній роботі Татар М.С. [40], серед яких виділено і охарактеризовано принцип спільності та зворотного зв'язку; відкритості та прозорості; відповідальності, принцип професіоналізму та результативності; соціальної справедливості та корпоративної відповідальності; концентрації на короткостроковому плануванні та перенесення деяких питань з довгострокового на короткострокове планування; принцип стратегічності та внесення змін в довгострокові стратегії розвитку; принцип етичності; інноваційності та креативності взаємодії; принцип глобальності та глобальної безпеки; принцип системності та плюралізму; толерантності та включення; інтегральності; принцип зміни усталених зв'язків внаслідок глобальної політичної нестабільності; принцип глобальної спільності; динамічності; закладання більшого рівня ризику; дотримання норм з охорони

навколишнього природного середовища та принцип мінімізації конфліктів та інституціоналізації компромісів під час взаємодії.

Методологічне підґрунтя дослідження соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів. За рахунок визначення впливу глобальних викликів на різні складові процесу взаємодії (типи, етапи, форми, режими здійснення взаємодії, напрями, конфігурації, механізми, паттерни, моделі, методи й інструменти), що призводить до зміни складових та процесу взаємодії в цілому, відповідно, має визначитися методологія впливу глобальних потрясінь на зміну соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання.

Під ідентифікацією процесу взаємодії будемо розуміти констатацію факту наявності взаємодії або наміру взаємодіяти у конкретних суб'єктів господарювання.

Під типами взаємодії розуміються два протилежних типи взаємодії – співробітництво (співпраця) та суперництво, коли просування кожного з партнерів до своєї мети сприяє або, як мінімум, не перешкоджає реалізації цілей решти; суперництво (конкуренцію), коли досягнення мети одним із взаємодіючих суб'єктів ускладнює або виключає здійснення цілей інших учасників спільної дії, а також взаємодія під час благодійності, оскільки вона не передбачає матеріальної вигоди для одного з суб'єктів взаємодії.

Під етапами взаємодії будемо розуміти конкретні дії, спрямовані на отримання проміжних результатів після завершення кожного етапу взаємодії та кінцевого результату взаємодії.

Формами здійснення взаємодії в умовах глобальних викликів є електронна форма взаємодії та ведення бізнесу з використанням Інтернет-технологій для забезпечення інформаційної взаємодії суб'єктів господарювання один з одним, з органами виконавчої влади, з населенням; документарна, яка передбачає відправлення контрагентам друкованих документів (найчастіше, підписаних й скріплених печатками); особиста реальна оффлайн взаємодія, що передбачає особистісний контакт з взаємодіючим суб'єктом, наявність емоційно-психологічної взаємодії сторін тощо [39].

Режим здійснення взаємодії в умовах глобальних викликів може передбачати або інтенсифікацію взаємодії в період глобальних потрясінь, коли деякі підприємства або працюють у дві-три зміни, або збільшують тривалість робочого дня, а отже, й змушені взаємодіяти з іншими суб'єктами в більш інтенсивному режимі, або редукацію взаємодії, коли підприємства в період глобальних потрясінь переводять працівників, наприклад, на 2/3 або 3/4 робочого дня, або змушують працівників оформляти відпустку без збереження заробітної плати.

Напрями взаємодії передбачають горизонтальну взаємодію, тобто коли суб'єкти знаходяться на одному соціально-економічному та ієрархічному рівні, або вертикальну взаємодію між суб'єктами господарювання та суб'єктами владних повноважень, яким вони підконтрольні та підзвітні (низхідна і висхідна взаємодія). При цьому у низхідній взаємодії управлінські впливи реалізуються шляхом наказів, розпоряджень, приписів тощо, а висхідний взаємозв'язок забезпечує передачу інформації різного функціонального призначення, на кшталт сигналів про виникнення проблемної ситуації та можливих шляхів її вирішення, надання офіційних звітів тощо.

Формалізація взаємодії передбачає офіційне чи неофіційне оформлення взаємодії між суб'єктами господарювання, тобто офіційне оформлення взаємовідносин, результатом чого є укладення відповідних договорів, а також неформальні домовленості між взаємодіючими суб'єктами, що інколи передбачає наявність корупційних схем взаємодії.

Конфігурації взаємодії (за аналогією конфігураційної взаємодії у квантовій електродинаміці), коли визначається витрачена енергія на здійснення взаємодії елементів, отже передбачається визначення витрачених сил, грошових ресурсів, часу суб'єктів господарювання на налагодження й здійснення взаємодії в умовах глобальних викликів.

Під механізмом взаємодії будемо розуміти сукупність конкретних дій суб'єктів взаємодії під час здійснення співпраці для досягнення конкретного результату за допомогою спеціальних методів, засобів та інструментів. Розробка механізмів взаємодії обумовлена тим, що необхідно удосконалити взаємовідносини суб'єктів господарювання один з одним, з ор-

ганами державної влади й місцевого самоврядування, регіональними громадами та населенням для протидії глобальним викликам, для чого, відповідно, мають бути визначені нові форми такої співпраці, створені умови, що сприятимуть подальшому розвитку суб'єктів господарювання в передбачуваному або складно передбачуваному зовнішньому середовищі.

Паттерни взаємодії – повторювані шаблонні дії, які виникають й використовуються при схожих початкових умовах взаємодії, що передбачає набір стереотипних поведінкових реакцій або послідовностей дій суб'єктів господарювання в процесі взаємодії в умовах глобальних викликів [39].

Моделі взаємодії – логічно неспростовне математичне представлення взаємодії суб'єктів і об'єктів в умовах глобальних викликів. Наразі для визначення й прогнозування реакції на глобальні виклики використовуються переважно часткові моделі, що моделюють вплив викликів та криз лише в якомусь конкретному аспекті, наприклад, інформаційному, економічному, соціальному, культурному, геополітичному. Проте, як показує досвід «арабської весни», «кризи доткомів DOTCOM», пандемії COVID-19, неможливо розглядати й моделювати подальші дії або наслідки лише в одному напрямку. Зокрема, пандемію COVID-19 хоч і віднесено до групи біологічних глобальних викликів, однак вона вплинула на всі аспекти життя суспільства, на економічну, соціальну, культурну, інформаційну та інші сфери. Так, наприклад, магазини одягу у зв'язку з соціально-поведінковими карантинними обмеженнями були змушені, з одного боку, звільнити частину співробітників (соціальний вплив) й налагодити продаж товарів через мережу Інтернет, що сприяло підвищенню зайнятості працівників ІТ-індустрії (соціальний вплив, інформаційний вплив). Також це призвело до розвитку транспортно-логістичної сфери (технологічний вплив, соціальний вплив, оскільки були задіяні або внутрішні працівники, або зовнішні компанії для здійснення доставки). Пандемія призвела до більшого поширення безготівкових розрахунків, зокрема, навіть особи пенсійного віку почали використовувати безготівковий розрахунок за комунальні послуги та ін., що викликало соціальні й інформаційні, технологічні зміни внаслідок необхідності спрощення інтерфейсу програмного забезпе-

чення (інформаційний та технологічний вплив). Тому при побудові моделей пропонується розглядати будь-які глобальні виклики з точки зору взаємозв'язку найбільш вагомих факторів і їх взаємодій.

Методи взаємодії передбачають спосіб досягнення мети взаємодії, сукупність принципів, правил, прийомів взаємодії, а інструменти взаємодії визначають за допомогою чого, за допомогою яких інструментів досягається взаємодія. При цьому одні й ті самі інструменти можуть використовуватися в різних методах.

Блок 3. Прикладний базис взаємодії суб'єктів господарювання, що представлений на рис. 4, включає діагностико-прогностичне поле соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів та моделювання соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів.

Діагностико-прогностичне поле соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів. Структура діагностико-прогностичного поля взаємодії включає:

1) блок формування інформаційної бази дослідження, на основі використання моделей зниження факторних ознак й моделей вибору представників-репрезентантів у просторовому і часовому континуумі;

2) блок ретроспективного й поточного аналізу і оцінювання соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів – проведення аналізу процесу взаємодії в попередніх періодах та в поточному періоді, а також здійснення просторово-динамічної оцінки рівня результативності взаємодії, оскільки взаємодія оцінюється, в першу чергу, отриманими економічними результатами такої взаємодії, задоволеністю та витраченими ресурсами суб'єктів в процесі самої взаємодії, а також ділової репутацією та підприємницької (комерційної) якості суб'єкта господарювання після взаємодії, оскільки в результаті взаємодії можна заробити гроші, однак вчинити непорядні дії з контрагентами, які після цього не захочуть взаємодіяти в майбутньому;

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І
УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЯМИ**

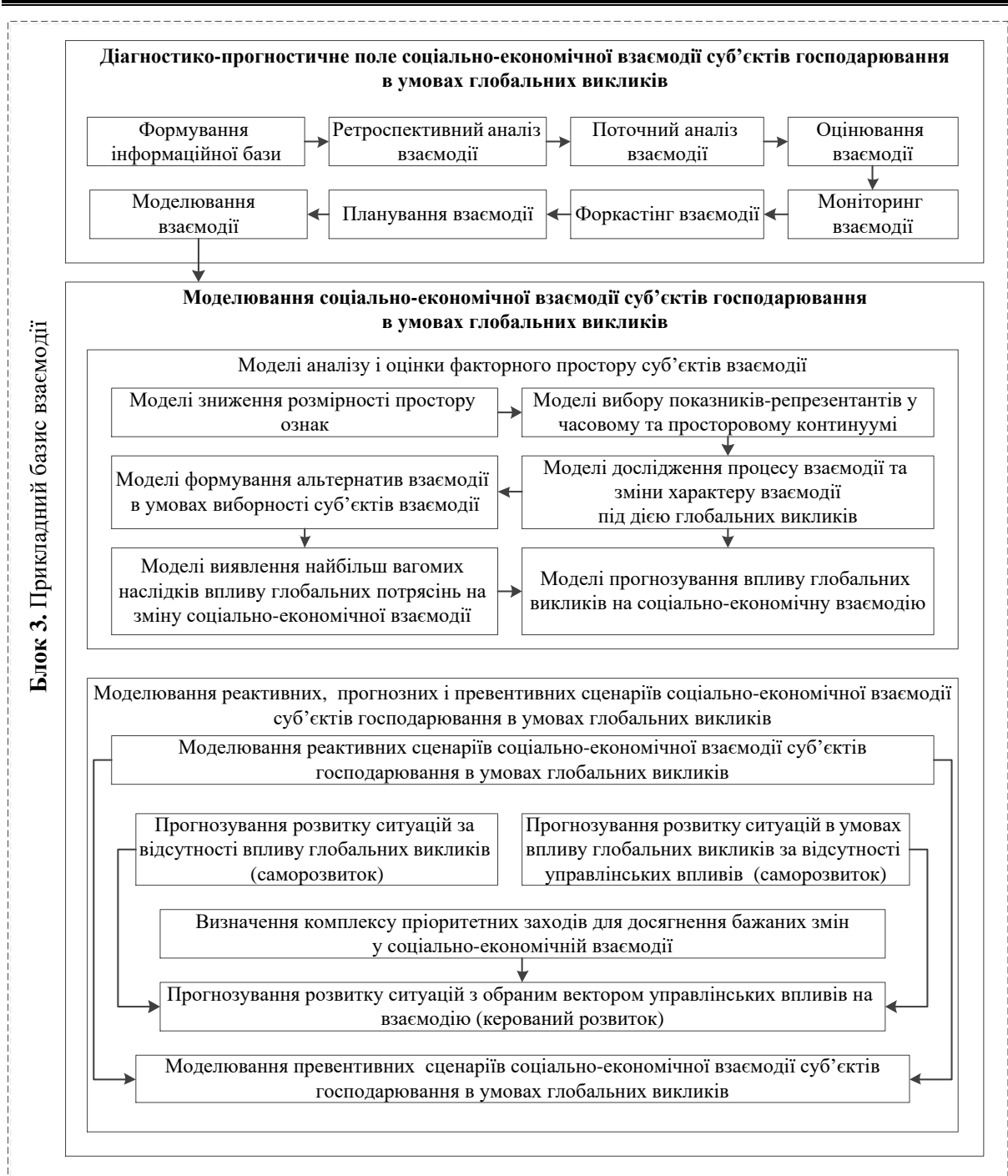


Рис. 4. Прикладний базис взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів

Джерело: розроблено авторами

3) блок форкастінгу трансформації соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання під дією глобальних викликів передбачає про-

гнозування для передбачення та обґрунтування можливих варіантів взаємодії з урахування внутрішніх та зовнішніх факторів;

4) блок планування соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів;

5) блок моделювання можливих сценаріїв взаємодії за даними прогнозу на базі сценарного підходу.

В процесі реалізації діагностико-прогностичного поля дослідження буде використано широкий спектр методів – системний метод, соціологічний аналіз; порівняльний аналіз, в т.ч. аналіз соціально-економічних показників, порівняльно-історичний аналіз, методи економіко-математичного моделювання, методи прогнозування тощо.

Моделювання соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів включає комплекс моделей, що дає можливість сформулювати систему діагностичних показників взаємодії на основі моделей зниження розмірності простору ознак і моделей вибору показників-репрезентантів у часовому та просторовому континуумі. Формування системи діагностичних показників передбачає також вибір найбільш значущих індикаторів глобальних викликів, які дають можливість провести діагностику їх впливу на зміну характеру взаємодії між суб'єктами.

Дослідження процесу взаємодії в умовах викликів має відбуватися в системі, динаміка якої, в першу чергу, залежить від глобальних і локальних факторів, механізмів взаємодії суб'єктів системи між собою і з акторами зовнішнього середовища. Моделі динаміки, як правило, є нелінійними [41], [42]. Формування альтернатив взаємодії передбачає можливість вибору суб'єктами кращих варіантів. Модельний базис включає також побудову моделей прогнозування впливу глобальних викликів та визначення найбільш вагомих наслідків такого впливу на зміну взаємодії між суб'єктами.

Моделювання реактивних, прогнозних та превентивних сценаріїв можна реалізувати за допомогою сценарного моделювання та прогнозування. Сценарій є одним із способів усунення невизначеності, котра су-

проводжує процес прогнозування, а також способом перевести невизначеність в частково керований людиною процес. Під сценарієм розуміється:

1) система припущень про перебіг процесу, що вивчається, на основі якої розробляється один з можливих варіантів прогнозу [43];

2) деякий опис того, що відбувається в майбутньому, який складається з подій, логічно взаємозв'язаних між собою, послідовностей дій і кроків, ведучих до прогнозованого стану системи в майбутньому. Як правило, створювані сценарії є деталізованим описом, в якому містяться різні оцінки за показниками, що визначають якість процесу, що реалізовується [44];

3) гіпотетична картина послідовного розвитку в часі і просторі подій, що складають в сукупності еволюцію досліджуваної системи у розрізі, що цікавить дослідника. У сценарії в явному вигляді фіксуються причинно-наслідкові залежності, що визначають можливу в майбутньому динаміку зміни стану системи, і умови, в яких ці зміни відбуватимуться [45].

Отже, сценарне моделювання як інструмент побудови не окремих траєкторій розвитку, а великого спектру варіантів для оцінки впливу різних факторів, є дуже ефективним при виборі можливих варіантів взаємодії та поведінки суб'єктів під час цієї взаємодії.

Методика роботи зі сценаріями укрупнено може бути представлена трьома послідовними етапами:

1) на етапі аналізу описується вихідна ситуація і розробляється системні залежності, визначаються фактори, що впливають на певну проблему;

2) на етапі прогнозу розробляються припущення щодо майбутнього розвитку факторів впливу, враховуються можливі несподівані події та перевіряється їх вплив на прогнози;

3) на етапі синтезу відбувається розробка альтернативних сценаріїв шляхом цілеспрямованої комбінації тенденцій розвитку різних факторів впливу; виявлення перешкод і наслідків для кожного з сценаріїв; вироблення заходів, що підтримують позитивні тенденції, корегування прогнозів [46, с. 112-113, 47, с. 198].

В основу розробки реактивних сценаріїв буде покладено реальні реакції суб'єктів господарювання на різні глобальні виклики. На основі реактивних і прогнозних сценаріїв запропоновано побудувати превентивні сценарії, що передбачатимуть конкретні дії суб'єктів для налагодження та підвищення ефективності взаємодії під час глобальних викликів та найбільш імовірні варіанти розвитку ситуації при реалізації запропонованих дій.

Блок 4. Управлінський базис взаємодії суб'єктів господарювання, що наведений на рис. 5, включає управління процесом соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів та визначення ефективності взаємодії суб'єктів господарювання згідно перебігу глобальних викликів.

З огляду на можливість підвищення складності соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання під час глобальних викликів необхідне підвищення адаптивних властивостей системи взаємодії. Іншими словами, управлінські впливи в системі можуть змінюватися в залежності від ситуації в внутрішньому і зовнішньому контурах системи, тобто зміна характеру взаємодії між суб'єктами господарювання може відбуватися як внаслідок зміни внутрішнього фінансового стану та умов функціонування суб'єктів господарювання й зв'язків між ними, так і під впливом зовнішніх глобальних викликів.

Управління соціально-економічною взаємодією суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів повинно базуватися на антисипативному підході, який передбачає швидке реагування на зміни, що вже відбулися в реальності, а також реагування та зміна характеру взаємодії на основі стохастичної, ймовірнісної інформації, отриманої з прогнозів, сценарного прогнозування, випереджаючого дійсність. Управління взаємодією суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів включає випереджаючу здатність суб'єктів взаємодії змінювати її характер відповідно до нових завдань і умов функціонування під час глобальних викликів; здатність забезпечити фінансовими, матеріальними, кадровими і іншими ре-

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ**

сурсами потрібні зміни; наявність бази управлінських рішень, якими можуть керуватися суб'єкти взаємодії під час тих чи інших глобальних викликів, наявність моделей і механізмів синтезу рішень, адекватних умовам, які виникають в залежності від різних видів глобальних викликів.

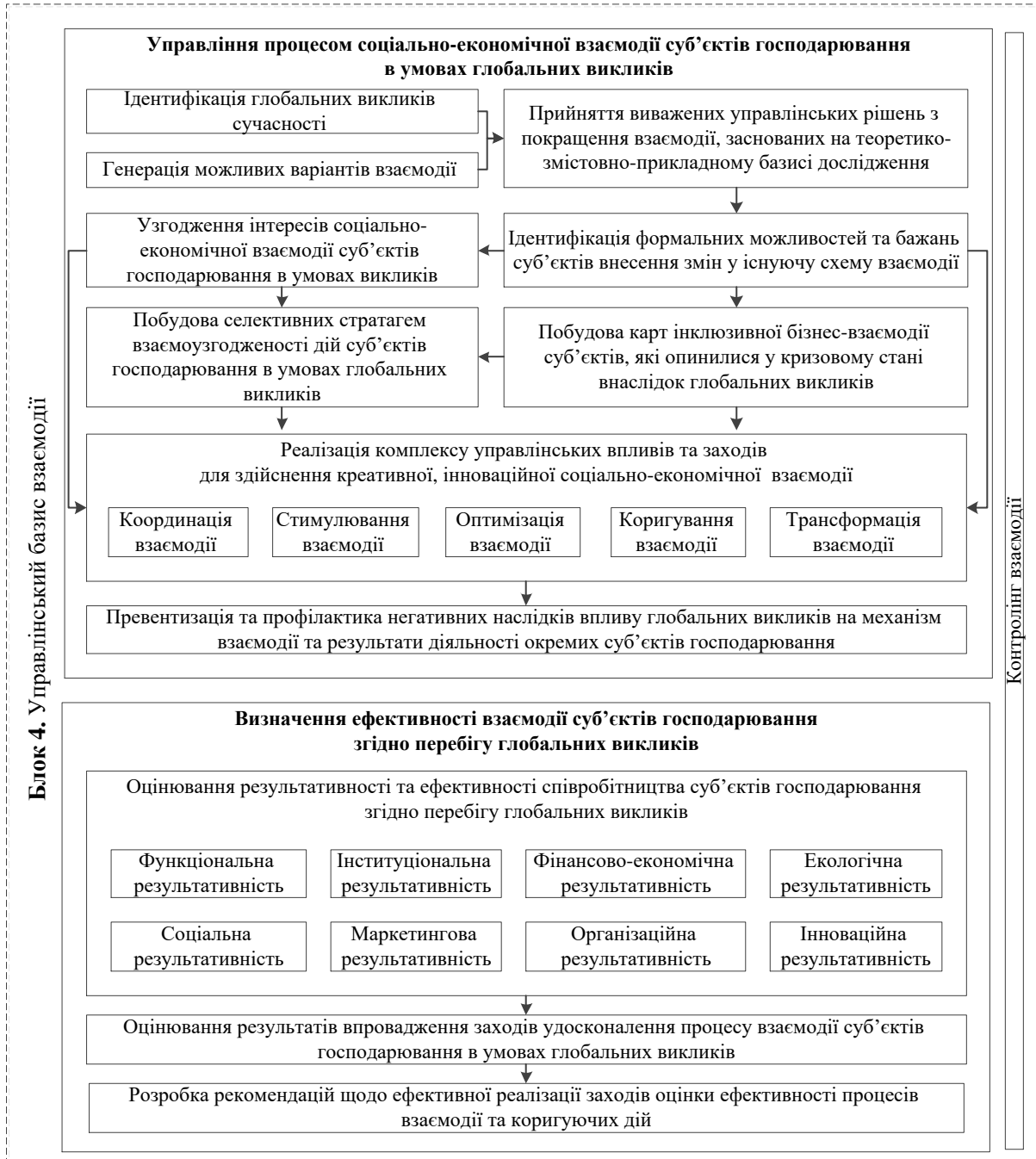


Рис. 5. Управлінський базис взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів

Джерело: розроблено авторами

Управління процесом соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів включає прийняття виважених управлінських рішень з покращення взаємодії, заснованих на теоретико-змістовно-прикладному базисі дослідження. На підставі попередньої ідентифікації глобальних викликів та генерації можливих варіантів взаємодії в залежності від перебігу викликів формуються управлінські рішення, після чого здійснюється перевірка формальних можливостей та бажань суб'єктів вносити зміни у існуючу схему взаємодії, оскільки може мати місце небажання окремих суб'єктів господарювання вносити корективи у складену, встановлену схему взаємодії, зокрема, в умовах усталених налагоджених зв'язків або корупційних схем взаємодії. Також може мати місце формальна неможливість взаємодіяти з конкретними суб'єктами, що обумовлено обмеженостями, регламентованими у правовому полі, наприклад, законодавством передбачені обмеження можливості укладати договори між юридичними особами та фізичними особами-підприємцями першої та другої груп платників єдиного податку. Наступним кроком є узгодження інтересів суб'єктів взаємодії та здійснення інклюзивної бізнес-взаємодії суб'єктів, які опинилися у кризовому стані внаслідок глобальних викликів, на підставі чого здійснюватиметься побудова селективних стратегій взаємоузгодженості дій суб'єктів.

Надалі пропонується побудова карт інклюзивної бізнес-взаємодії суб'єктів господарювання, які опинилися у кризовому стані або на межі банкрутства внаслідок глобальних викликів шляхом мобілізації додаткових фінансових ресурсів партнерів, консультативної підтримки, інтенсифікації спільних маркетингових зусиль, коригування графіків і обсягів руху потоків ресурсів у межах допомоги підприємствам, що найбільш суттєво постраждали внаслідок глобального виклику тощо (наприклад, внаслідок пандемії найбільше постраждали туристична галузь, ресторанний бізнес, культура та торгівельно-розважальні комплекси, найменше постраждали медицина та медичні технології та препарати, IT-сфера, консультаційні послуги).

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

На підставі попередніх кроків реалізується комплекс управлінських впливів на процес взаємодії, серед яких координація, стимулювання, оптимізація, коригування і трансформація взаємодії (табл. 4).

Таблиця 4

Характеристика видів управлінських впливів на процес взаємодії

Вид управлінського впливу	Характеристика
1	2
Координація	<p>– діяльність щодо організації взаємодії [48];</p> <p>– функція управління, змістом якої є забезпечення упорядкованих взаємозв'язків між учасниками взаємодії з метою узгодження дій, об'єднання спільних зусиль у вирішенні загальних завдань [49];</p> <p>– управлінська діяльність, спрямована на узгодження функціонування елементів системи в режимі, який забезпечує найбільш ефективне досягнення поставлених перед системою цілей, тобто координація полягає в організації, насамперед правовими засобами, взаємодії між елементами системи [50];</p> <p>– сукупність дій, спрямованих на забезпечення упорядкованого функціонування суб'єкта й об'єкта управління, зокрема погодженої роботи всіх ланок системи та окремих працівників. Можливість координуючого впливу обумовлена владними повноваженнями суб'єкта управління. На відміну від організації взаємодії, координація здійснюється суб'єктом управління, наділеним владними повноваженнями щодо об'єктів координуючої взаємодії. Ще одна відмінність полягає в тому, що якщо взаємодія зорганізується між двома і більше елементами системи (підприємствами, підрозділами, працівниками), то в процесі координації повинно брати участь як мінімум три елементи системи: один суб'єкт і два об'єкти управління. При цьому координатор та об'єкти координації можуть належати до різних систем. У цьому випадку координація є позасистемною, на відміну від внутрішньо системної, коли всі її учасники – елементи однієї системи [51].</p> <p>Координація під час взаємодії суб'єктів господарювання здійснюється з метою недопущення зловживання службовим становищем для реалізації взаємодії з конкретними суб'єктами, недопущення неофіційної взаємодії, що спричиняє збільшення тіньового сектору економіки, виявлення помилок, допущених суб'єктами господарювання під час взаємодії тощо.</p>

1	2
Стимулювання	– активізація взаємодії між суб'єктами, головним чином для протидії сучасним глобальним викликам, для виживання в кризових умовах;
Оптимізація	– обґрунтування вибору найкращого варіанта взаємодії згідно конкретного виду глобального виклику в конкретному соціально-економічному середовищі; – оптимальність взаємодії залежить від обраного способу розмежування функцій між взаємодіючими суб'єктами, здатності кожної із сторін якісно виконувати відповідні функції [52], [53].
Коригування	– часткові поправки, що вносяться у процес взаємодії (спільні проекти, плани, програми тощо) в залежності від перебігу тих чи інших глобальних викликів для мінімізації ризиків та негативних впливів;
Трансформація	– зміна моделей поведінки взаємодіючих суб'єктів в залежності від перебігу тих чи інших глобальних викликів, швидка адаптація до нових умов співпраці, наприклад, електронізація та автоматизація бізнес-взаємодії, наприклад, надшвидка заміні традиційного механізму взаємодії між підприємствами в умовах реального часу на електронну комерцію, що об'єднує якісно нові підходи та методи роботи суб'єктів господарювання, надаючи у такий спосіб можливість забезпечити конкурентні переваги за рахунок зменшення витрат на оффлайн взаємодію, розширення ринків внаслідок розповсюдження інформації про підприємство в мережі Інтернет, більшої мобільності та оперативності під час прийняття управлінських рішень внаслідок проведення онлайн-нарад, можливості реалізації продукції в дистанційному форматі без реальної взаємодії. Однак, звичайно, така зміна взаємодії має й негативні наслідки, серед яких, в першу чергу, психологічна проблема, неможливість бачити реакцію контрагента (очі, погляд, міміку тощо), недостатність реального спілкування та емоційної взаємодії

Джерело: розроблено авторами на підставі [48], [49], [50], [51], [52], [53].

В умовах глобальних викликів і потрясінь суб'єктам господарювання рекомендується відмовитися від соціально-економічного детермінізму і вдатися до креативної, інноваційної взаємодії, оскільки в умовах глобальних викликів саме креативність, інноваційність, знання, доступ до інформації, можливість взаємодіяти в умовах соціально-поведінкових обмежень є потужними двигунами розвитку держав, економічних суб'єктів та окремих особистостей. Креативна соціально-економічна взаємодія має стати

джерелом додаткового доходу, створенням робочих місць на всіх взаємодіючих суб'єктах господарювання і здатна сприяти соціально-економічній інтеграції суб'єктів господарювання. Креативна соціально-економічна взаємодія має бути концепцією, яка постійно змінюється та яка ґрунтується на креативних формах співробітництва, результатом реалізації яких є не лише виживання в умовах глобальних потрясінь і дисбалансів, а й діяльність суб'єктів господарювання, здатних генерувати вплив на економічне зростання і розвиток.

При цьому на всіх етапах управління має здійснюватися контролінг (так звана «система управління управлінням») – система управління процесом досягнення кінцевих цілей і результатів взаємодії суб'єктів господарювання [54]; комплексна система підтримки управління [55]; система управління управлінням, що ґрунтується на автоматичному реагуванні системи на зміни в зовнішньому середовищі підприємства, що використовуються в міру необхідності для виконання тих чи тих завдань [56].

Визначення ефективності взаємодії суб'єктів господарювання згідно перебігу глобальних викликів включає оцінювання функціональної, інституціональної, фінансово-економічної, екологічної, соціальної, маркетингової, організаційної, інноваційної результативності та ефективності співробітництва, а також розробку рекомендацій щодо ефективної реалізації заходів оцінки ефективності процесів взаємодії та коригуючих дій.

Таким чином, запропоновано концепт взаємодії суб'єктів господарювання під час глобальних викликів, який включає чотири взаємопов'язані блоки дослідження – теоретико-експлейнарний базис взаємодії, змістовний (парадигмально-методологічний), прикладний та управлінський базис взаємодії суб'єктів господарювання. У межах кожного блоку здійснюється реалізація відповідних логічних блоків, що дозволить комплексно дослідити теоретичні, методологічні та прикладні аспекти соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фещур Р.В., Тимошук М.Р., Яворська Н.Р. Теоретико-прикладні засади соціально-економічної взаємодії підприємств. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Економіка. 2016. Випуск 1 (47). Т.1. С. 286-292.
2. Шамаєва Л. Г. Управління стратегічною взаємодією підприємства із суб'єктами зовнішнього середовища. Наукові праці ДонНТУ. Серія: Економічна. 2008. Випуск 33-2. С. 50-55.
3. Шевчук Є.В. Детермінація поняття «взаємодія» як економічної та управлінської категорії. Бізнес Інформ. 2018. 7. 14-19.
4. Татар М. С. Ідентифікація та класифікація глобальних викликів. Часопис економічних реформ. 2020. № 3 (39). С. 36-44.
5. Погорелов Ю. С. Експлейнарний базис розвитку підприємства: стан й напрями подальших досліджень. Теоретичні та прикладні питання економіки. 2010. Вип. 21. С. 222-230.
6. Погорелов Ю.С. Категорія розвитку та її експлейнарний базис / Ю.С. Погорелов. Теоретичні та прикладні питання економіки. 2012. Вип. 27, т. 1. С. 30-34.
7. Козаченко Г. В., Кузьменко О.М. Експлейнарний базис екосесента: принциповий підхід до змісту. Економіка. Менеджмент. Підприємництво. 2013. 25(1). С. 209-217. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/есмері_2013_25%281%29__26
8. Козаченко А.В., Шульженко Л.Е. Эксплейнарный базис экономической безопасности стратегического альянса. Новая экономика. 2013. 2(62). С. 185-191.
9. Словник термінів з філософії [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сторінки <http://uadoc.zavantag.com/text/29544/index-1.html>
10. Словник української мови. Т.5. – К. : Наукова думка, 1974. 840 с.
11. Дьяченко М. Психологический словарь-справочник / М. Дьяченко, Л. Кандыбович. М., 2001. С. 54–55.
12. Бир С. Т. Кибернетика и менеджмент / Бир С.Т.; пер. с англ. В.Я. Алтаева; под ред. А.Б. Челюсткина. [изд. 2-е]. М.: «КомКнига», 2006. 280 с.
13. Москаленко В. В. Психологія соціального впливу : [навч. посібник] / Москаленко В. В. К. : Центр учбової літератури, 2007. 448 с.
14. Головин С. Ю. Словарь психолога-практика / Головин С. Ю. – Мн. : Харвест, 2003. 976 с.
15. Психологический словарь / под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. 5-е изд., испр. и доп. М. : Знание. 513 с.
16. Андреева Г. М. Социальная психология. М. : МГУ, 1980. 250 с.
17. Щуркова Н. Е. Школа и семья: педагогический альянс: [методическое пособие] / Надежда Егоровна Щуркова. М. : Педагогическое общество России, 2004. 112 с.
18. Анцупов А. Я. Словарь конфликтолога. СГЖ: Питер, 2006. – 528 с.
19. Ібрагімова К.О. Дефініція поняття соціальна взаємодія, її види та основні теорії. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2013. № 40-41 <http://library.uira.edu.ua/images/data/zbirnik/40-41/48.pdf>
20. Крысько В.Г. Социальная психология: курс лекций - 3-е изд. М.: Омега-Л, 2006. 352 с.

21. Кожушко С. Взаємодія як філософське й психологічне поняття. Освіта регіону. 2013. Режим доступу: <https://social-science.uu.edu.ua/article/1221>
22. Андрощук І.В. Взаємодія як педагогічна категорія. Педагогічний дискурс. 2013. Вип. 14. С. 15-19. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2013_14_5
23. Філоненко М.М. Психологія спілкування. Режим доступу: https://pidru4niki.com/19991130/psihologiya/psihologiya_spilkuvannya
24. Корнев М. Н. Соціальна психологія: Підручник / М. Н. Корнев, А. Б. Коваленко. К. : АТ „Київська книжкова фабрика”, 1995. 304 с.
25. Большой экономический словарь / Под редакцией А. Н. Азрилияна. 6-е изд., доп. М. : Институт Новой экономики, 2004. 1376 с.
26. Економічний енциклопедичний словник : у 2-х т. / за ред. С. В. Мочерного та ін. Львів : Світ, 2005. Т. 1: А – Н. 2005. 616 с.
27. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 2-е изд., испр. М. : ИНФРА-М, 1999. 479 с.
28. Економічний тлумачний словник: Понятійна база законодавства України у сфері економіки / упоряд. Д. Д. Гордієнко. Київ : КНТ, 2006. 308 с.
29. Пасс К., Лоуз Б., Дэвис Л. Словарь по экономике / пер. с англ. СПб. : Эконом. школа, 2004. 752 с.
30. Управление организацией : энциклопедический словарь / под ред. Поршнева А. Г., Кибанова А. Я., Гунина В. Н. М. : ИНФРА-М, 2001. 822 с.
31. Борисова В. В., Ларионов В. Г., Мазурин Э. Б. Теория организации : учебник / под ред. С. Г. Фалько. М. : Дашков и К°, 2014. 308 с.
32. Парахина В. Н., Федоренко Т. М., Шацкая Е. Ю. Теория организации : учебник 6-е изд. перераб. М. : КНОРУС, 2014. 360 с.
33. Смирнов Э. А. Теория организации : учебное пособие. М. : ИНФРА-М, 2003. 248 с.
34. Економічна енциклопедія : у 3 т. / гол. ред. Б. Д. Гаврилишин. К. : Академія, 2000. Т. 1 : А (абандон) – К (концентрація виробництва) / відп. ред. С. В. Мочерний. 2000. С. 182.
35. Економічний енциклопедичний словник : у 2 т. / С. В. Мочерний [та ін.] ; ред. С. В. Мочерний. Львів : Світ, 2005. Т. 2 : О – Я. Львів : 2006. 563 с.
36. Телетов О. С., Летуновська Н. Є. Взаємодія промислових підприємств та органів місцевого самоврядування в контексті управління соціальною інфраструктурою. Маркетингові інновації в економіці і бізнесі : [колект. монографія / за заг. ред. С. В. Ковальчук]. Хмельницький : Поліграфіст-2, 2013. С. 299–309.
37. Туленков М. В. Теоретико-методологічні основи організаційної взаємодії в соціальному управлінні : монографія. К. : Каравела, 2012. 512 с.
38. International Standard ISO 26000 – Guidance on social responsibility. 2010. 106 pp.
39. Даніч В. М. Застосування моделей масової поведінки для управління еколого-економічними процесами. Галицький економічний Вісник. 2020. 1 (62). С. 166-178. Режим доступу: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.01
40. Татар М.С. Принципи соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів. Вісник Одеського національного університету. Економіка. 2021. №26, 1(86). С. 28-42.

41. Данич В.М. Моделивання динаміки комунікативних властивостей суб'єктів соціуму. Актуальні проблеми прогнозування розвитку соціально-економічних систем. Монографія / за ред. О.І. Черняка, П.В. Захарченка. – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні. 2019. С. 297-308.
42. Данич В.Н. Моделирование быстрых социально-экономических процессов: Монография. – Луганск: Изд-во Восточноукраинского национального университета им. В. Даля. 2004. 304 с.
43. Прогнозы и прогнозирование. Заголовок з екрану. Електронний ресурс. – Режим доступу : <http://prognoz.org/glossary>
44. Николаев П.В. Прогнозирование методом сценариев и критерии оценки предприятия при инвестировании инновационным оборудованием // Вопросы инновационной экономики. 2011. № 3 (3). С. 47-52.
45. Цыгичко В. Н. Прогнозирование социально-экономических процес сов. М. : Ком-Книга, 2009. 240 с.
46. Емельянов А. А. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Финансы и статистика; ИНФРА–М, 2009. 416 с.
47. Раєвнева О. В. Модель формування комплексу сценаріїв управління розвитком фінансової сфери життєдіяльності підприємства. Сучасні та перспективні методи і моделі управління в економіці : монографія : у 2 ч. Ч. 1 / За ред. д.е.н, проф. А. О. Єпіфанова. Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2008. С. 197-211.
48. Нижник Н. Р., Машков О. А., Мосов С. П. Контроль у сфері державного управління. Вісник Української Академії державного управління при Президентіві України. 1998. №2. С. 23-31.
49. Социальное управление : словарь / Под ред. В. И. Добренкова, И. М. Слепенкова. М.: Изд-во МГУ, 1994. 208 с.
50. Колісник К. О. Щодо понять «взаємодія» та «координація» в контексті державного управління. Теорія та практика державного управління: тези III Міжнар. наук. конгресу (м. Харків, 26 лютого 2003 р.). Х.: Магістр, 2003. С. 67-69.
51. Шатравка С. О. Адміністративно-правові засади діяльності спеціальних підрозділів міліції: дис. канд. юрид. наук: спец. 12.00.07. Х., 2007. 231 с.
52. Токовенко В. Політичне керівництво і державне управління: проблеми взаємовідносин та оптимізація взаємодії. К.: Вид-во УАДУ, 2001. 253 с.
53. Бутирська Т.О. Оптимізація взаємодії державної влади і громадянського суспільства (управлінський аспект) : автореферат дисертації на здобуття наук. ступеня канд. наук з державного управління. Спец. 25.00.02 (механізми державного управління).
54. Цигилик І.І., Мозіль О.І., Кірдякіна Н.В. Контролінг в системі управління. Актуальні проблеми економіки. 2005. №3(45). С. 117-123.
55. Підпригора І. В. Формування системи стратегічного контролінгу / І. В. Підпригора, В. Ф. Мінка. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2016. № 53. С. 102-106.
56. Швиданенко Г. О. Управлінський контролінг: кол. монографія / за заг. ред. Г. О. Швиданенко. К. : КНЕУ, 2015. 156 с.

3.2. Моделювання маркетингового міксу фармацевтичних компаній на базі Data Science технологій

Вступ

Сучасне бізнес-середовище підприємств є досить конкурентним і вимагає від компаній зосередження уваги на ефективній господарській діяльності з достатнім рівнем прибутковості. Визначенню ефективного маркетингового комплексу відповідно до його зв'язку з бізнес-результатами (справедлива та розумна ціна, необхідний рівень проникнення та відповідна присутність у засобах масової інформації) приділяється значна увага в сучасному маркетингу. Ціноутворення є однією з найважливіших складових сучасної маркетингової системи будь-якого підприємства, де основний фокус зосереджений на пошуку оптимальної ринкової ціни, яка задовольнить як саму компанію, так і їхнього споживача [1]. Медіа-активність є одним із ключових каналів залучення нової аудиторії для бренду, що сприяє збільшенню продажів та покращенню позицій компаній на ринку.

Висока конкуренція на ринку та висока інфляція в засобах масової інформації (ЗМІ) створюють потребу у пошуку прогресивних рішень, і Data Science відкриває багато можливостей у цьому напрямку на всіх рівнях управління (операційні і тактичні завдання, а також стратегічні рішення). Власні підходи до роботи з даними, що об'єднують Data Science технології, MarTech та всебічну експертизу, будуть найціннішими ресурсами для оптимізації маркетингових інвестицій та диференціації компаній на ринку.

Фармацевтичний ринок є одним із найбільш швидкозростаючих в Україні. За результатами 9 міс. 2019 р. обсяг роздрібних продажів усіх категорій товарів «аптечного кошика» досягнув 74,3 млрд грн. (2,8 млрд дол. США), показавши зростання на 15,9% в гривневому і 18,3% в доларовому вираженні у порівнянні з аналогічним періодом 2018 р. Якщо говорити про обсяги реалізації у натуральному вираженні, то продажі скоротились на 3,1% до рівня 1,25 млрд упаковок. При цьому українська фармацевтична

галузь характеризується переважанням зарубіжної продукції в грошовому вираженні, а вітчизняні товари превалюють більшою мірою якраз у натуральному вираженні [2].

Фармацевтичний ринок в Україні протягом останніх років розвивався більшою мірою за рахунок зростання цін, що підтверджує високий рівень інфляційної компоненти, а також за рахунок зсуву споживання в бік більш дорогих препаратів (індекс заміщення), про що свідчать динаміка показників розвитку ринку лікарських засобів у грошовому вираженні (рис. 1).

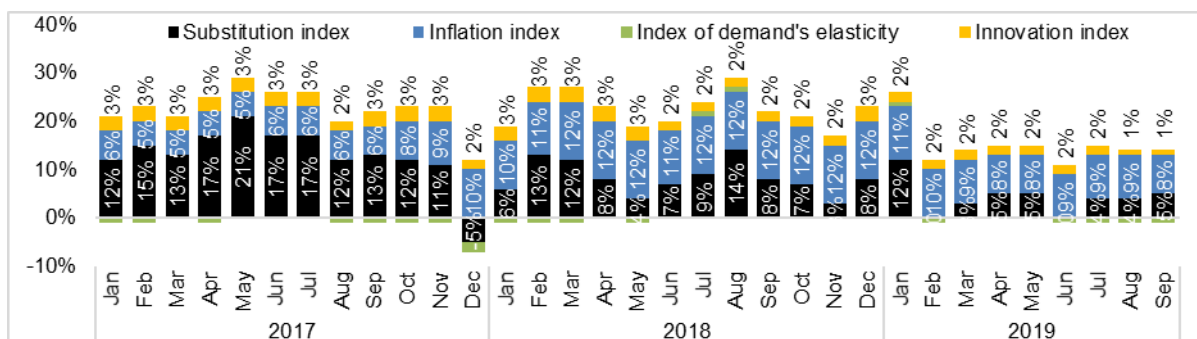


Рис. 1. Показники зміни рівня продажів медичних препаратів в аптечних мережах у грошовому вираженні за період з січня 2017 р. по вересень 2019 р. у порівнянні з аналогічним періодом попереднього року.

Джерело: побудовано авторами на основі даних з [2].

Водночас інфляція у фармацевтичній промисловості та в галузі охорони здоров'я загалом, за даними Державної служби статистики України [3], все ще нижча, ніж у країні загалом та в інших категоріях товарів та послуг.

За результатами 9 міс. 2019 р. інфляція спричинила зростання у порівнянні з аналогічним періодом 2018 р. середньозваженої вартості 1 упаковки на 19,6% до 58,7 грн. [2]. За таких умов підвищення цін частково компенсується зростанням доходів споживачів, оскільки розвиток ринку практично повністю залежить від споживача і рівня його добробуту. В останні роки спостерігається зростання як заробітної плати, так і доходів населення. НБУ постійно фіксує підвищення заробітної плати, але темпи її зрос-

тання сповільнюються. За результатами II кв. 2019 р. Державна служба статистики України повідомляє про збільшення реальних доходів населення на 7%, а номінальних – на 17% [3].

Поліпшення економічної ситуації в країні позитивно впливає на розвиток фармацевтичної галузі: 2019 р. характеризується двозначними темпами приросту продажів товарів «аптечного кошика» в гривневому та доларовому еквіваленті, хоча вони сповільнилися порівняно з аналогічним періодом 2018 р. За останніми оцінками та прогнозами експертів, розвиток фармацевтичної промисловості буде продовжуватись, незважаючи на вплив кризи COVID-19.

У міру швидкого розвитку фармацевтичної галузі і вирішення проблем, пов'язаних зі економічною кризою, з метою вдосконалення системи управління конкурентоспроможністю бізнесу та забезпечення стабільних темпів зростання бізнес-показників, усе вагомішого значення набуває оптимізація механізму управління елементами маркетингового комплексу для посилення позицій компанії на ринку, поліпшення ефективності бізнесу та максимізації прибутку.

Стратегія ціноутворення та медіа-стратегія в системі маркетингу посідають одне із ключових місць [4]. Вони є невід'ємною частиною маркетингових стратегій, і існує значний потенціал для оптимізації для тих компаній, які глибинно аналізують ринкові дані для пошуку ефективних рішень та посилення своїх конкурентних переваг.

Для прийняття обґрунтованого бізнес-рішення щодо вибору ефективної маркетингової стратегії доцільно розробляти її із застосуванням системного підходу, що дозволяє компанії досягти успіху на ринку. Виходячи з цього, існує нагальна потреба в удосконалюванні стратегії маркетингової діяльності та механізмів управління її складовими, а Data Science технології і є тим інструментом, який відкриває безмежні можливості в цьому напрямку.

Огляд літератури

З даної теми проведено величезну кількість наукових досліджень. Моделювання маркетингового міксу (МММ) є найбільш часто використовуваним методом, який складається з побудови регресійної моделі на основі історичних даних для представлення бізнес-метрик (наприклад, продажів чи частки ринку) як функції маркетингових та рекламних змінних, таких як індекс цін (у порівнянні з конкурентами), характеристики товару, пенетрація (рівень дистрибуції), медіа-активність у різних каналах комунікації (кількість рекламних проявів, рейтинги, кількість показів тощо) та інших змінних, таких як сезонність, макроекономічні фактори, погода, рівень конкуренції на ринку і т. д..

Теоретико-методологічні основи дослідження систем управління маркетинговою діяльністю на рівні підприємств і широкий спектр питань, пов'язаних із моделюванням соціально-економічних процесів, знайшли своє відображення в працях таких вітчизняних та зарубіжних учених, як Благун І. С., Кизим М. О., Ансофф І., Градов О. П., Котлер Ф., Клебанова Т. С., Пономаренко В. С., Корінев В. Л., Пушкар О. І., Христіановський В. В., Томпсон А., Портер М., Тарасевич В. М., Уткін Е. А. та багато інших.

Вагоме дослідження теоретико-практичних запитань щодо маркетингової політики ціноутворення було виявлено у працях Балабанової Л. В. [5] і Литвиненко Я. В. [6]. Іванова Р. Х. [7], Ліпсіц І. В. [8], Норіцина Н. І. [9], акцентують увагу на наявності стійкого і вагомого взаємозв'язку політики ціноутворення в системі маркетингу на підприємстві та рівня конкурентоспроможності. Важливість цього аспекту маркетингу для будь-якої компанії наголошується в роботах О. Малиша [10] та В. Панкова.

Дослідження використання технологій машинного навчання та Data Science для моделювання маркетингової діяльності та маркетингового комплексу підприємств проводили такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як Баженов Ю., Бернет Й., Бюшкен Й. [11], Гузь М., Лисенко Ю., Лук'янець Т., Панасенко А.А. [12], Паргелова А. [13], Панкратов Ф., Батра Р.,

Ромат Е., Санджадж С., Фрайбургер В., Розітер Ю. Р., Шапіро С., Шахов Д. А. [12] та ін..

Data Science, математичне моделювання та глибинний аналіз даних відкривають значні можливості у здійсненні маркетингової діяльності будь-якої компанії. Так, Чан і Перрі (2017) у своєму дослідженні [14] наголошують на важливості використання підприємствами різних підходів до маркетингового моделювання, оскільки рекламодавці повинні розуміти ефективність своєї діяльності у ЗМІ та маркетингових витрат на стимулювання продажів з метою оптимізації розподілу маркетингових бюджетів.

Внесок класичних методів машинного навчання, таких як регресійний аналіз, у прийнятті маркетингових рішень (в т.ч. у сфері медіа) є досить значним, проте існують альтернативні методи. Dawes та співавтори (2018) [15] досліджують засновані на доказах та фактичних даних методи, які виявились корисними для проблем прогнозування. Цзінь та ін. (2017) [16], Zhang та Vaver (2017) [17] рекомендують застосовувати байєсівське ієрархічне моделювання.

Згідно з дослідженнями Чан і Перрі [14], потенціал MMM часто може бути обмежений відсутністю детальних та якісних даних. Як вирішення даної проблеми автори пропонують в якості основних напрямків удосконалення для MMM розробку кращих даних та кращих моделей, а також тестувати моделі, використовуючи імітації та бізнес-симуляції.

Проте, незважаючи на науковий доробок зазначених вчених багато питань у сфері пошуку шляхів оптимізації маркетингової стратегії залишаються невирішеними. Елементи маркетингового комплексу в системі маркетингу добре вивчені, однак оптимізація маркетингового механізму та прогнозування результатів маркетингової діяльності залежно від маркетингових факторів вимагає більш детальних досліджень. Зрештою, ефективна маркетингова стратегія (включаючи цінову політику та медіа-стратегію), а також удосконалення механізму розподілу маркетингових бюджетів та ефективного здійснення маркетингової діяльності є визначальними факторами зростання продажів будь-якого підприємства [1]. Адапта-

ція маркетингової стратегії у висококонкурентних галузях є одним із напрямків повсякденної роботи кожної фармацевтичної компанії в Україні та світі. У зв'язку з цим пошук data-обґрунтованих рішень для розв'язання цього питання є надзвичайно актуальними та важливими.

Метою дослідження є моделювання впливу елементів маркетингового комплексу на продажі українських фармацевтичних компаній на основі Data Science та технологій машинного навчання (зокрема регресійного аналізу), а також формування рекомендацій щодо підвищення ефективності маркетингової діяльності компаній фармацевтичної галузі та оптимізації маркетингових результатів в залежності від обраної маркетингової стратегії певного препарату.

Для досягнення даної мети було проведено економіко-математичне моделювання (в тому числі на основі технологій машинного навчання та регресійного аналізу) залежності обсягу продажів (частки ринку за обсягом в упаковках та в грошовому вираженні) певних медичних препаратів від наступних факторів: penetрація аптечних мереж (покриття аптек та доступність препаратів для споживачів), цінова політика (співвідношення ціни на препарат у порівнянні з конкурентами бренду), рекламна активність бренду та його конкурентів у всіх каналах комунікації (телебачення, Інтернет, радіо, преса та зовнішня реклама), рекомендації лікарів та фармацевтів та інші.

Дані про всі змінні за період з 2015 по 2019 рік були зібрані у щотижневій розбивці для всіх препаратів відповідної категорії [18, 19, 20]. Через конфіденційність усі дані в даному матеріалі були змінені.

Для побудованих множинних регресійних моделей, які було оцінено методом найменших квадратів (МНК), були перевірені гіпотези про адекватність моделей, значущість коефіцієнтів, наявність (відсутність) гетероскедастичності та автокореляції.

Також для розробки та формування рекомендацій щодо оптимальної цінової політики був розроблений підхід, заснований на технологіях машинного навчання, для визначення оптимального діапазону індексу цін

(ціни препарату порівняно із середньою ціною конкурентів) для максимізації частки ринку в упаковках або частки ринку у грошовому вираженні залежно від цілей компанії. Визначення впливу медіа-факторів допомагає сформулювати рекомендації щодо медіа-стратегії даного препарату і, як результат, збільшити рентабельність інвестицій у медіа.

Data Science як чудовий інструмент для пошуку ефективних бізнес-рішень

Значний рівень конкуренції у фармацевтичній галузі, зростання ціни на рекламну діяльність та прагнення виробників до постійного нарощення обсягу продажів породжує необхідність пошуку ефективних маркетингових рішень. Для досягнення таких цілей необхідно активно використовувати доступні на ринку дані, застосовуючи технології машинного навчання та інтелектуального аналізу даних. Data Science є надзвичайно ефективним інструментом для підвищення результативності та ефективності маркетингової діяльності фармацевтичних компаній, її оптимізації та більшої обґрунтованості.

Дослідження маркетингової діяльності на прикладі декількох фармацевтичних брендів в Україні покаже, як на основі економіко-математичного моделювання та інших технологій Data Science можна проаналізувати, які фактори та якою мірою впливають на бізнес-результати підприємства (продажі або частка ринку у відповідній категорії). Розуміння факторів впливу створює можливість оцінити еластичність продажів по кожному фактору і, як результат, розрахувати оптимальний діапазон для кожного з них з урахуванням їх граничної корисності (наприклад, розрахувати еластичність цін і знайти оптимальне значення індексу цін (співвідношення ціни бренду та середньоринкової ціни конкурентів) або визначення оптимального рівня медіа-тиску в кожному каналі комунікації). Крім того, розуміння ефективності кожного комунікаційного каналу дає змогу розробити ефективну медіа-стратегію та тактику для бренду.

Процес. Проект розгортався відповідно до найбільш широко використовуваної аналітичної моделі CRISP-DM [21, 22]. Методологія CRISP-DM

описує процес через 6 основних етапів: Business Understanding (розуміння бізнесу), Data Understanding (розуміння даних), Data Preparation (підготовка даних), Modeling (моделювання), Evaluation (оцінка) та Deployment (розгортання) (рис. 2).

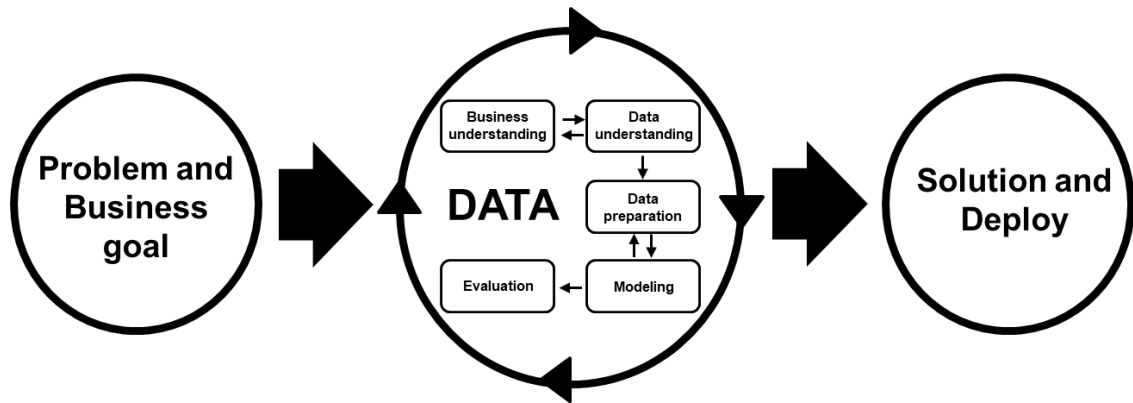


Рис. 2. Методологія CRISP-DM.

Джерело: побудовано авторами на основі інформації з [23].

Процес CRISP-DM передбачає можливість гнучкої зміни порядку етапів, повертаючись назад, коли виникає така потреба. Data Mining має циклічний характер, оскільки процес пошуку рішень триває протягом усього проекту та після його розгортання. Основні знання та досвід попереднього циклу можуть створити нові, більш глибокі питання бізнесу, які позитивно впливають на майбутні data mining процеси [23].

На першому етапі роботи з бізнес-завданням необхідно детально вивчити особливості бренду та категорії, для якої проводиться аналіз, аби визначити всі фактори, що впливають на кінцеву ефективність бізнесу та його результати. У даному випадку ми розглядаємо бренд, який є лідером у цій категорії, але поступово втрачає свої позиції на ринку на користь конкурентів, які мають активну медіа-підтримку на телебаченні, а також активно працюють з лікарями та фармацевтами.

Крім того, специфікою цієї категорії є доступність для споживача двох форм препарату – крапель або сиропу (рідка форма) та капсул або таблеток (тверда форма), тому в майбутньому при використанні Data Science та машинного навчання для моделювання частки ринку в упаковках

(SOM – share of market) будемо розглядати окремо моделі для рідких і твердих форм препарату (рис. 3).

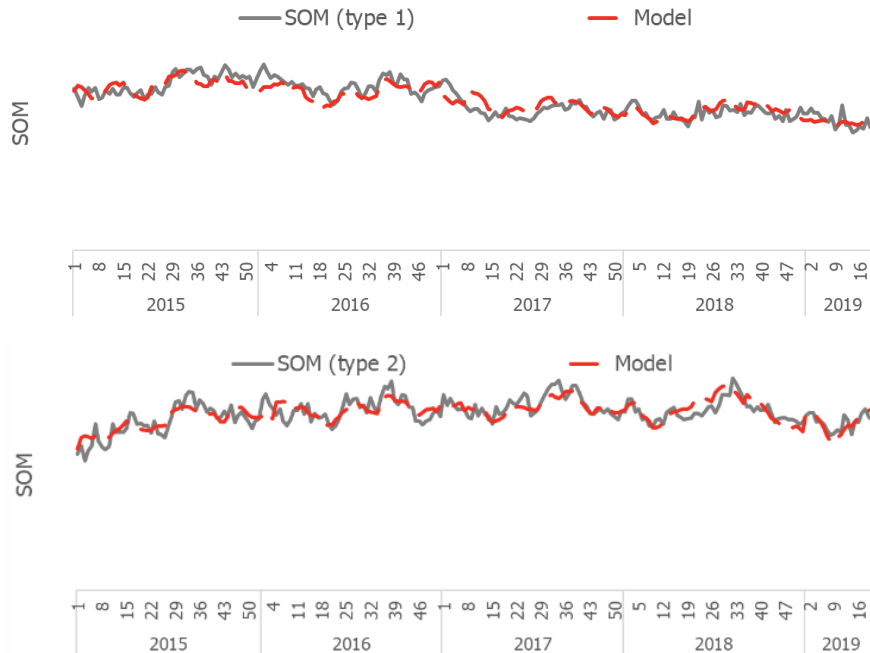


Рис. 3. Моделі для рідких та твердих форм препарату.

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

Економіко-математичне моделювання комплексу маркетингу на основі технологій Data Science дозволяє:

- визначити фактори, що впливають на продажі, а також ступінь цього впливу;
- оцінити еластичність продажів за кожним фактором;
- прогнозувати цільові метрики залежно від запланованого рівня кожного фактору;
- давати рекомендації щодо оптимального / необхідного рівня кожного фактору для досягнення бізнес-цілей;
- порівняти вплив факторів на бренд компанії та на конкуруючі бренди у випадку побудови моделей для інших брендів.

Результати моделювання маркетингового мікса

Серед основних факторів, які впливають на динаміку продажів та частки ринку препарату, варто зазначити наступні:

- базовий рівень (сукупність раціональних та маркетингових факторів);
- пенетрація – рівень покриття аптек (відсоток аптек, в яких препарат є в наявності);
- цінова політика – індекс цін по відношенню до конкурентів (співвідношення ціни на препарат та середньоринкової ціни в даній категорії);
- рекомендації лікарів;
- рекомендації фармацевтів;
- рекламна активність конкурентів в розрізі медіа-каналів, креативів і т.д.;
- медіа активність бренду в розрізі каналів комунікації, креативів тощо.

Саме оцінка кожного із цих факторів за допомогою методології машинного навчання створює основу для пошуку ефективних маркетингових (в т.ч. медійних) рішень та формування ефективної стратегії розвитку компанії на майбутнє.

Побудовані моделі мають високі показники якості (коефіцієнти детермінації R^2 становлять 78% та 70% відповідно, а середня похибка менша за 4%, модель адекватна, всі фактори є значимими, для моделі характерна відсутність автокореляції та гетероскедастичності), що підтверджує можливість їх практичного застосування для оптимізації маркетингової діяльності (табл. 1).

Оптимальна модель для кожної форми препарату є множинною регресією і виглядає наступним чином:

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

$$\begin{aligned}
 SOM = & Constant + a1 * Penetration_1 + a2 * Penetration_2 + \\
 & + a3 * Price_{index} + a4 * Doctors + a5 * Pharmacists + \\
 & + a6 * Adstock(TV1) + a7 * Adstock(TV2) + \dots + a_n * Adstock(TVn) \\
 & + \\
 & + b1 * Adstock(TV_{Competitor_1}) + b2 * Adstock(TV_{Competitor_2}) + \\
 & \dots + b_m * Adstock(TV_{Competitor_m}),
 \end{aligned}$$

де *Adstock* – це миттєвий, тривалий та відкладений вплив реклами на поведінку покупців, що вказує на розподіл впливу телевізійної активності протягом певного часу. $Adstock(TV)_t = TV_t + a * Adstock(TV)_{t-1}$.

Таблиця 1

Технічні характеристики однієї з моделей

Variable	Coefficient	St. error	t-statistics	P-value
Constant	0,120	0,00	71,77	0,0000
Penetration	0,983	0,12	8,24	0,0000
Price index	-0,970	0,09	11,02	0,0000
Doctors	0,561	0,41	1,37	0,0000
Pharmacists	0,396	0,11	3,57	0,0000
TV	1,085	0,18	6,03	0,0000
Competitors	0,988	0,14	7,23	0,0000
Multiple R ²	0,78		Adjusted R ²	0,78
F-statistics	140,93		p-value	0,0000

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

Базовий рівень продажів / частки ринку – це рівень продажів, який компанія буде мати в короткостроковому періоді за умови мінімального рівня присутності в аптечних мережах, при мінімальному рівні ціни у порівнянні з конкурентами, мінімальній роботі з лікарями та фармацевтами, відсутності медійної активності у бренду, для якого проводиться аналітика та моделювання, та брендів-конкурентів, а також включає ряд інших якісних характеристик.

Залежно від того, наскільки давно препарат представлений на ринку, рівень впливу базового рівня на продажі та частку ринку буде коливатись від мінімального рівня до більшої частини продажів препарату. Так, якщо препарат представлений на ринку в останні кілька років і ми проводимо аналітику та моделювання від моменту його виведення, то базовий рівень буде відсутній і навпаки – якщо препарат представлений на ринку протягом останніх 5-10 років і більше, то частка базового рівня буде значною.

На прикладі нашого бренду базовий рівень забезпечує значну частину продажів – 57%, однак даний фактор є стабільним протягом коротко-строкового періоду (є константою в моделі), тому саме правильна робота з рештою факторів і створює для бренду можливість для майбутнього зростання (рис. 4).

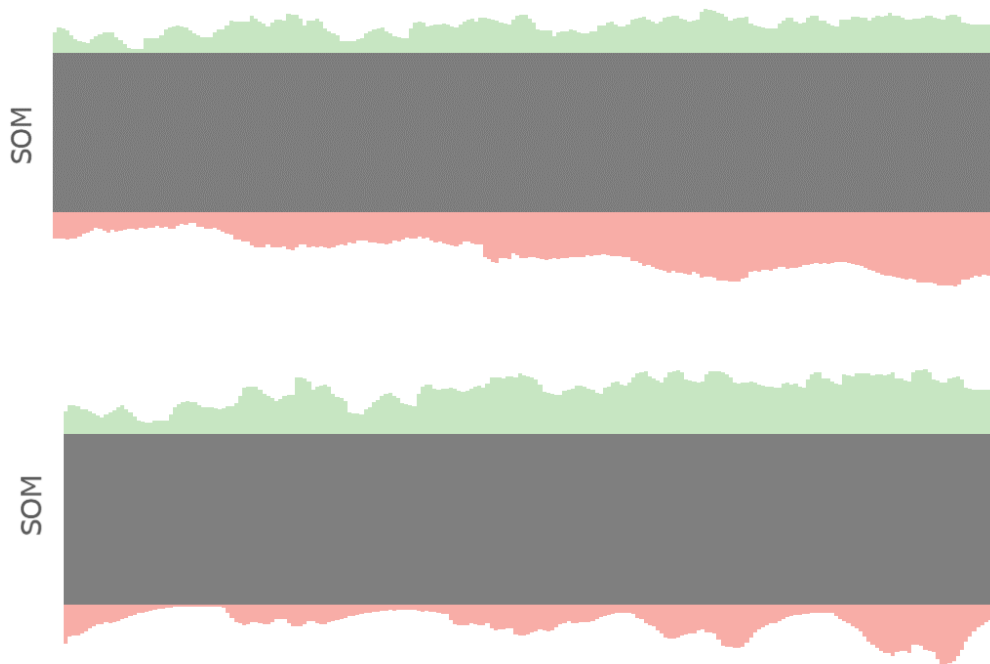


Рис. 4. Декомпозиція моделі за різними групами факторів (базовий рівень, позитивні фактори, негативні фактори).

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

Для того, щоб зрозуміти вплив кожного фактору на продажі необхідно детально проаналізувати динаміку кожного з них, оцінити їх вплив че-

рез побудову моделей, а також порівняти всі показники із показниками для брендів-конкурентів в категорії.

Фактор 2 – пенетрація. Безумовно, належний рівень пенетрації – невід’ємна складова для ефективного розвитку бренду, адже наявність на полиці – ключовий фактор продажів не лише для фармацевтичних компаній, а і для всіх FMCG брендів. Препарат, для якого проводиться дослідження, є одним із лідерів на фармацевтичному ринку і в 2019 р. досягнув високого рівня пенетрації для основних SKUs (форм препарату) – на рівні 90%, активно нарощуючи її в попередні роки. Зміни пенетрації протягом аналізованого періоду забезпечили значне додаткове зростання продажів бренду.

Фактор 3 та 4 – рекомендації лікарів та фармацевтів. Робота з лікарями та фармацевтами – один з ключових каналів комунікації зі споживачем, оскільки фінальне рішення про покупку ми часто приймаємо після рекомендації лікаря або поради фармацевтів. У зв’язку з цим належний рівень роботи з лікарями та фармацевтами є необхідною умовою для ефективного функціонування компанії і бренду на ринку. Безумовно, робота з лікарями та фармацевтами навіть на невисокому рівні забезпечує приріст продажів компанії, а її посилення збільшує ефективність та посилює позиції на ринку. Так, зміни роботи з лікарями та фармацевтами протягом аналізованого періоду забезпечили додаткове зростання продажів, згенерувавши X тис. упаковок за період 2015-2019 рр.

Фактор 5 – цінова політика. Протягом 2015-2019 рр. компанія підвищувала цінову політику швидше за конкурентів, що призводило до зростання цінового індексу (співвідношення ціни на препарат у порівнянні з середньоринковими цінами). Середня ціна на препарат на 5-25% вища за ціну конкурентів, залежно від сегменту, що негативно позначається на динаміці продажів в упаковках.

Українці – нація, яка схильна до заощаджень, тому підвищення ціни швидше за конкурентів призводить до переключення на інші бренди та втрати долі ринку в упаковках. Так, зміни індексу цін протягом аналізованого періоду призвели до втрати продажів бренду (рис. 5).

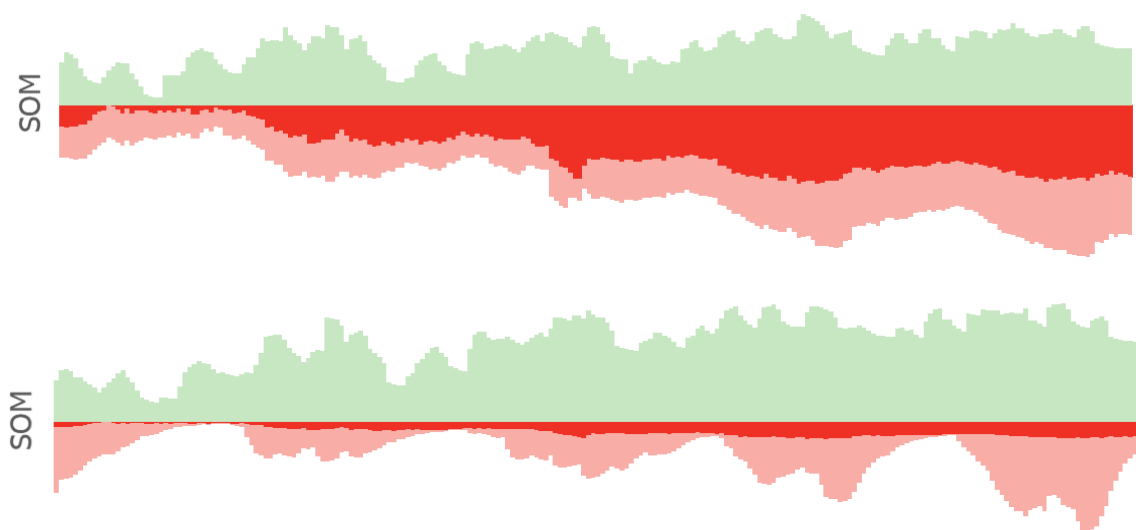


Рис. 5. Вплив ціни на частку ринку в динаміці за 2015-2019 рр.
(декомпозиція моделі).

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

Однак, якщо говорити про ціну, то певний рівень підвищення цін може призводити до падіння продажів в упаковках, проте генерувати додатковий рівень прибутку у випадку, коли підвищення ціни компенсує падіння продажів в упаковках і навпаки – значне підвищення цін на препарат може призвести до суттєвого падіння продажів в упаковках і доходи компанії значно скоротяться. Відповідно існує потенціал до оптимізації залежно від цінової еластичності продажів і частки ринку в грошах і в упаковках.

Залежно від цілей бізнесу – збільшення частки ринку в грошах (збільшення прибутку) чи збільшення частки ринку в упаковках (збільшення проникнення препарату серед споживачів) рекомендації по ціновій політиці будуть кардинально відрізнятися.

На основі побудованих економетричних моделей для рідких та твердих форм препарату можна вивести криві залежності частки ринку в грошах та частки ринку в упаковках залежно від цінового індексу, оскільки коефіцієнти моделей при ціновому індексу вказують на те, як зміниться

частка ринку при підвищенні цінового індексу на 1 одиницю (характер зв'язку – лінійний у випадку побудови лінійної регресії чи нелінійний у іншому випадку).

Частка ринку в грошах і частка ринку в упаковках при цьому пов'язані через ціновий індекс. За рахунок того, що темп зміни частки ринку в упаковках не співпадає з темпом зміни цінового індексу виникає нелінійний зв'язок між ціновим індексом та часткою ринку в грошах, що призводить до наявності зони оптимізації залежно від цілей бізнесу.

На прикладі даного препарату оптимальне значення цінового індексу для максимізації частки ринку в грошах склало – 1,0-1,4 (рис. 6), що означає, що препарат має мати паритетні ціни до ринка або бути дорожчим в межах до +40% до середньоринкових цін для отримання максимального рівня прибутку. Залежно від цілей бізнесу така методологія перетворюється на гнучкий інструмент для відділу цінової політики, оскільки можливе формування рекомендації по ціні для виконання цілей як по частці ринку в грошах, так і по частці ринку в упаковках.

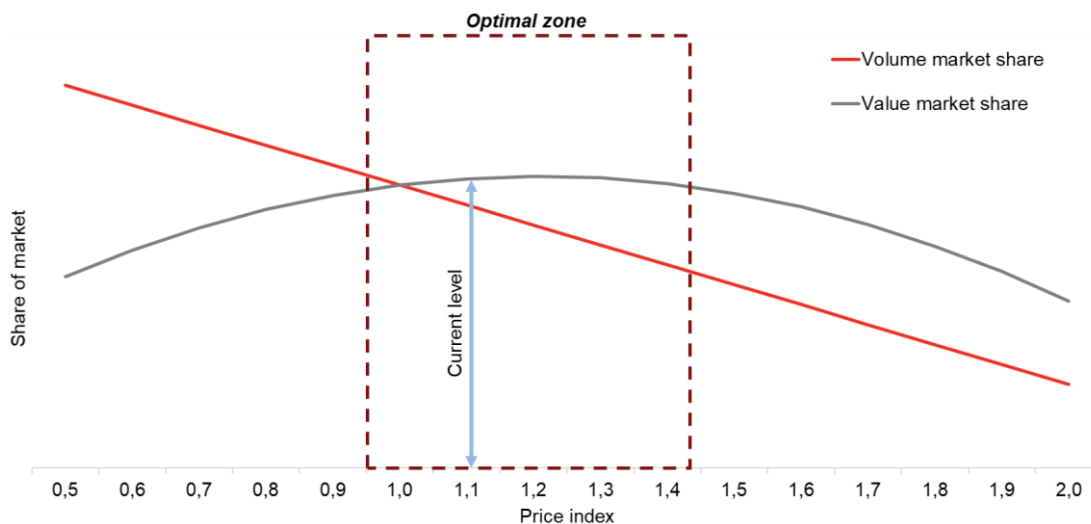


Рис. 6. Оптимальний рівень цінового індексу з точки зору зростання частки ринку в грошах.

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

Фактор 6 та 7 – медіа активність бренду та його конкурентів. Одним з ключових факторів збільшення обсягу продажів є активне просування препаратів за допомогою рекламної активності, адже реклама є основним способом комунікації виробників з кінцевим споживачем.

Фармацевтичний ринок України продовжує активно розвиватися. При цьому він є високо конкурентним, і в боротьбі за споживача фармкомпанії змушені активно просувати свої бренди за допомогою промоції та реклами.

Ключовим каналом для рекламної активності фармацевтичних виробників тривалий час стабільно є телебачення. За даними Всеукраїнської рекламної коаліції (ВРК) [20], за підсумками 2019 р. обсяг ринку ТВ-реклами (пряма реклама та спонсорство) зріс на 24% і склав 11,5 млрд грн., що відповідає близько 47% загального обсягу рекламного ринку України в 2019 р. [20].

Фармацевти - один із ключових рекламодавців на телебаченні. Частка інвестицій фармацевтичних компаній в ТВ-рекламу стабільно займає близько 30% загального обсягу інвестицій в цей канал. Якщо говорити детальніше про інвестиції фармацевтичних компаній, то за підсумками 9 міс. 2019 р. вони інвестували в рекламу своїх брендів на телебаченні більше 2,1 млрд грн., збільшивши обсяг інвестицій в порівнянні з аналогічним періодом 2018 р. на 28%. Дані про інвестиції фармацевтичних компаній в ТВ-рекламу свідчать про постійне їх збільшення, проте сам обсяг активності (EqTRPs – зважені цільові рейтинги) в останні роки скорочується через значну інфляцію [25].

Ефективність вкладень в рекламу визначається показниками EqTRPs, що в кінцевому підсумку впливають на продажі компанії. Саме у зв'язку з подорожчанням рекламного інструментарію за рахунок значної інфляції серед фармацевтичних компаній створюються значні передумови для пошуку data-обґрунтованих рішень на основі глибинної аналітики всіх доступних на ринку даних за допомогою Data Science технологій для оптимізації маркетингових (в т. ч. медіа рішень).

ТВ-підтримка забезпечує зростання долі ринку нашого бренду, але ТВ-активність конкурентів має значний негативний вплив. Розуміючи значний негативний вплив ТВ-активності конкурентів важливим в майбутньому стає контроль SOV (долі голосу) на телебаченні та паритетна присутність до конкурентів, оскільки, чим більше медійної активності протягом року запускає бренд, тим вищий рівень продажів він забезпечує для себе, забираючи їх у конкурентів. Втрата долі голосу на телебаченні – це основна причина втрати позицій нашого бренду на ринку.

Варто враховувати, що ефективність телевізійної активності відрізняється протягом року за рахунок сезонності категорії та цін на ТВ-інструментарій, що зумовлює необхідність перерозподілу ТВ-активності протягом року для отримання максимальної віддачі та як наслідок підвищення продажів. В даній категорії продажі скорочуються в літній період, що пов'язано зі специфікою перебігу захворювання і відповідно лікування, проте і ціни на ТВ-рекламу в цей період теж дещо нижчі. Осінньо-весняний період – основний сезон продажів, проте і вартість реклами значно зростає в цей період. Як наслідок, співвідношення цих показників буде визначати ефективність медійної активності та як наслідок доцільність її запуску в кожен період часу. З урахуванням одержаних результатів для даного бренду найбільш доцільним є розміщення ТВ-реклами майже протягом усього року, крім періоду квітня-травня, коли менша вартість реклами не перекриває падіння продажів і як наслідок ефективність від медіа-активності суттєво просідає (рис. 7).

Ефективність від рекламної активності залежить від значної кількості факторів як медійних (тижневий тиск, періоди, креатив, хронометраж роликів і т. д.), так і не медійних (зокрема від пенетрації та цінової політики). Для перевірки даних гіпотез було побудовано аналогічні економіко-математичні моделі для інших брендів в даній категорії. Після цього результати усіх моделей було агреговано і доведено наступні висновки:

- Спростовано гіпотезу про те, що більший тижневий тиск (більший обсяг активності) забезпечує вищу ефективність від медіа-присутності і як

наслідок більший рівень продажів генерується за рахунок рекламної активності. В рамках даної категорії були виявлені бренди, які реалізовували присутність на телебаченні з високими тижневими вагами, які не забезпечували відповідного зростання бізнес-показників (тобто бренд в такому випадку переінвестує). В результаті було сформовано рекомендації щодо оптимального діапазону активності для отримання максимального рівня ROI (рис. 8).

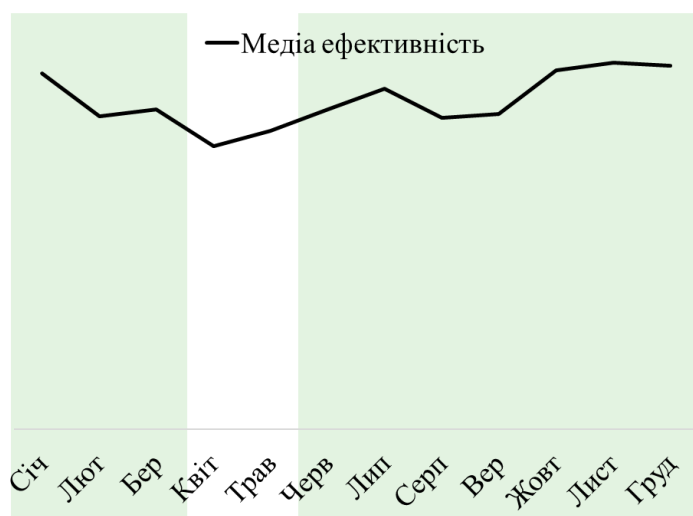


Рис. 7. Віддача від телевізійної активності протягом року.

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

- Вплив penetрації на ефективність від медіа активності: чим менший рівень penetрації аптечних мереж, тим нижча ефективність від ТВ активності, оскільки зацікавлена аудиторія, прийшовши в аптеку не може придбати товар через його відсутність. Препарат, для якого було проведено дослідження, має високий рівень penetрації, що має позитивний вплив на ефективність від ТВ-підтримки.

- Вплив ціни на ефективність від медіа активності протилежний, проте теж досить значний: чим вища ціна на препарат, тим менша кількість зацікавлених споживачів наважується на покупку, адже ціна в такому випадку є бар'єром для споживача (рис. 9). Препарат, для якого було проведено дослідження, входить в середню цінову групу і має достатню ефекти-

вність від ТВ-підтримки. Оптимальне значення цінового індексу для максимізації продажів препарату: 1,0-1,4 (рис. 6).

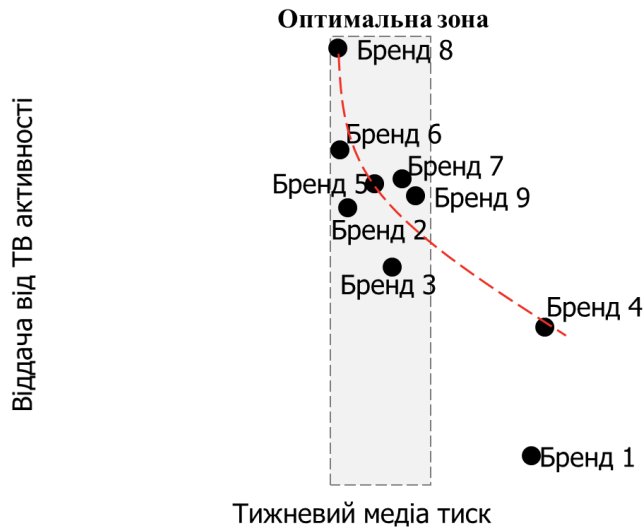


Рис. 8. Вплив тижневого тиску на віддачу від телевізійної активності та оптимальний діапазон медіа-присутності.

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

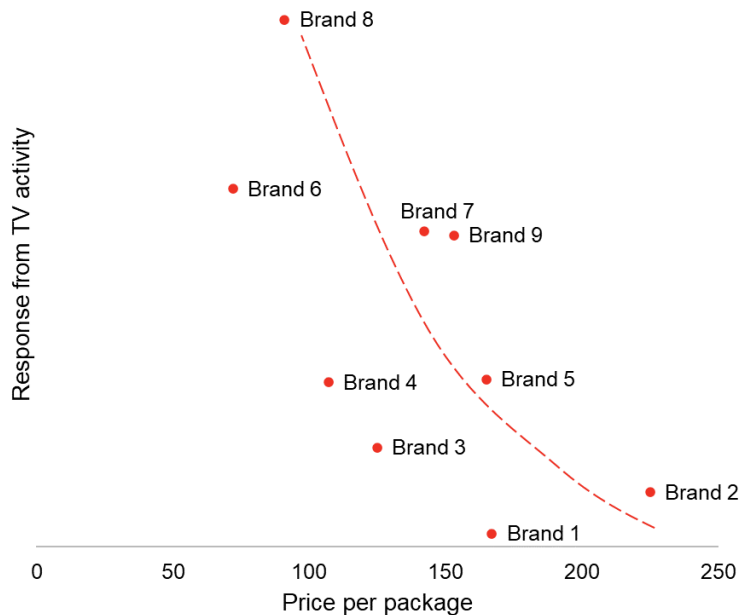


Рис. 9. Вплив ціни на ефективність від медіа підтримки.

Джерело: розрахунки авторів на основі даних фармацевтичної компанії з системи моніторингу Proxima Research, а також Індустріального телевізійного комітету (ІТК) та Nielsen (дані змінено через конфіденційність) [18, 19, 20, 24].

Важливо зазначити, що такі рекомендації не можна приймати одночасно для всіх компаній на ринку, оскільки результати являють собою сукупність багатьох факторів та умов, що формуються щоразу в унікальній комбінації та, як наслідок, це вимагає індивідуального підходу в кожному конкретному випадку.

Висновки та перспективи подальших досліджень в цьому напрямку

Таким чином, економетрична модель дає змогу зрозуміти внесок кожного фактору в продажі бренду і сформувані рекомендації щодо кожного з них. Економетрична модель в таких умовах перетворюється на гнучкий інструмент управління продажами, адже створює можливість знайти оптимальну комбінацію параметрів для досягнення цілей бізнесу. Постійна підтримка моделі дає змогу максимізувати вплив кожного фактору, що в кінцевому підсумку дозволяє отримати необхідні бізнес-результати за мінімальний бюджет або вищі бізнес-результати за наявний бюджет.

Таким чином, модель та регулярний процес аналізу даних перетворюється на зручний інструмент для прийняття оперативних маркетингових рішень:

- уточнення на регулярній основі оптимального індексу цін з урахуванням динаміки цін конкурентів та відстеження його впливу на продажі;
- розрахунок прогнозу при різних варіантах активності в каналі комунікації зі споживачем завдяки роботі з лікарями та фармацевтами;
- контроль ефективності рекламної кампанії;
- розрахунок прогнозу для різних варіантах комбінації факторів (сценарне прогнозування);
- визначення оптимальних значень кожного фактору з урахуванням граничної ефективності;
- аналіз впливу факторів на продажі бренду, оцінка виграшів і програшів.

Найбільшу цінність економетрична модель набуває в той момент, коли вона перетворюється на інструмент для бізнес-симуляцій та можли-

вості реалізації сценарного прогнозування. В таких умовах є можливість працювати з різними сценаріями розвитку, наприклад:

- Що станеться, якщо ми перенесемо бюджет на телевізійну активність в роботу з лікарями та фармацевтами?
- Що станеться, якщо ми посилимо підтримку на телебаченні на X%, а ціну знизимо на Y%?
- Що станеться, якщо ми піднінемо ціни на X%, а роботу з лікарями та фармацевтами - на Y%?

ЛІТЕРАТУРА

1. Жуков С. А. Оптимізація маркетингової цінової політики промислових підприємств [Електронний ресурс] / С. А. Жуков, В. П. Федурця, Я. А. Громова // Актуальні проблеми економіки. - 2014. - № 6. - С. 213-219. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2014_6_26.
2. Кирсанов Д. Аптечный рынок Украины по итогам 9 мес 2019 г.: Helicopter View [Електронний ресурс] / Д. Кирсанов // Аптека Онлайн. – 2019. №41 (1212). – Режим доступу: <https://www.apteka.ua/article/519677>.
3. Сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Корж М. Цінове оптимізаційне моделювання в міжнародному маркетингу / М. Корж // Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. - 2018. - № 5. - С. 87–100.
5. Балабанова Л. В., Сардак О. В. Цінова політика торговельного підприємства в умовах маркетингової орієнтації: Монографія. – Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2003. – 149 с.
6. Литвиненко Я. В. Маркетингова цінова політика: Навч. посібник. – К.: Знання, 2010. – 294 с.
7. Иванова Р.Х. Игровой подход к рыночному ценообразованию // Экономика промышленности. Экономика Украины на пороге третьего тысячелетия: Сборник науч. трудов, 2000. – Донецк: НАН Украины. Ин-т экономики промышленности. АО НКМЗ. – С. 295–299.
8. Липсиц И. В. Коммерческое ценообразование: Учебник. / И. В. Липсиц. – М.: БЕК, 1999. – 368 с.
9. Норіцина Н. І. Маркетингове ціноутворення як чинник прибуткової діяльності підприємства / Н. І. Норіцина // Маркетинг в Україні. – 2007.– №5. – С. 41–43.
10. Малиш О. М. Аналіз попиту й оптимізація товарно-цінових рішень підприємства (на прикладі текстильного об'єднання концерну «Чексіл») / О. М. Малиш // Маркетинг в Україні. - 2002.– №5. – С. 43–47.

11. Büschken J. Determinants of Brand Advertising Efficiency: Evidence from the German Car Market / J. Büschken // *Journal of Advertising*. – 2007. - Vol. 36, No. 3. - pp. 51-73.
12. Shakhov D. A., Panasenko A. A. Evaluating Effectiveness of Bank Advertising in the Internet: Theory and Practice / D. A. Shakhov, A. A. Panasenko // *World Applied Sciences Journal*. – 2012. - Vol. 18 (Special Issue of Economics). - pp. 83-90.
13. Pergelova A., Prior D., Rialp J. Assessing advertising efficiency / A. Pergelova, D. Prior, J. Rialp // *Journal of Advertising*. – 2010. - Vol. 39/3. – pp. 39-56.
14. Chan D., Perry M. Challenges and Opportunities in Media Mix Modeling [Электронный ресурс] / D. Chan, M. Perry // Technical report, Google Inc. - 2017. Режим доступа: <https://ai.google/research/pubs/pub45998>.
15. Dawes J., Kennedy R., Green K. Forecasting advertising and media effects on sales: Econometrics and alternatives / J. Dawes, R. Kennedy, K. Green // *International Journal of Market Research*. – 2018. - Vol. 60. - No. 6. - pp. 611-620. DOI: <https://doi.org/10.1177/1470785318782871>.
16. Jin, Y., Wang Y., Sun Y., Chan D., Koehler J. Bayesian Methods for Media Mix Modeling with Carryover and Shape Effects. / Y. Jin, Y. Wang, Y. Sun, D. Chan, J. Koehler // Technical report, Google Inc. – 2017. – Режим доступа: <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/ru//pubs/archive/46001.pdf>.
17. Zhang S., Vaver J.. Introduction to the Aggregate Marketing System Simulator [Электронный ресурс] / S. Zhang, J. Vaver // Technical report, Google Inc. – 2017. – Режим доступа: <https://research.google/pubs/pub45996/>.
18. Сайт Nielsen Ukraine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nielsen.com/ua/uk/>.
19. Сайт Proxima Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proximaresearch.ua/en/>.
20. Сайт ВРК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vrk.org.ua/>.
21. Brown M. S. What IT Needs To Know About The Data Mining Process / M. S. Brown // *Forbes*. – 2015.
22. Shearer C. The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining / C. Shearer // *Journal of Data Warehousing*. – 2000. – 5, pp. 13-22.
23. Черняк О. І. Інтелектуальний аналіз даних : підручник / О. І. Черняк, П. В. Захарченко. - Київ : Знання, 2014. - 599 с.
24. Сайт Індустріального телевізійного комітету (ІТК) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itk.ua/en/root/index/>.
25. Кирсанов Д. Реклама фармбрендов в различных медиа по итогам 9 мес 2019 г. Helicopter view [Электронный ресурс] / Д. Кирсанов // *Аптека Онлайн*. – 2019. - №44 (1215). – Режим доступа: <https://www.apteka.ua/article/521815>.

3.3. Моделирование влияния рефлексивных инструментов управления на процесс принятия потребительских решений

Современное состояние экономики Украины ставит условиями успешного функционирования отечественных коммерческих предприятий не только необходимость ориентации на наиболее полное удовлетворение актуальных потребительских потребностей, но и их своевременное выявление. Это связано с несколькими факторами. Во-первых, очень быстро меняются тренды, культура и особенности потребления. Так, люди все больше заказывают товары по подписке. Экономят на всем, но при этом хотят продукт высокого качества в сопровождении хорошего сервиса. Во-вторых, современные технологии и темпы их развития меняют почти все рынки, особенно продовольственный, и общественного питания. На них сильно давят новые агрегаторы доставки готовой еды, которые уже пытаются диктовать меню и цены. Крупный бизнес заходит в непрофильные для себя виды экономической деятельности, и пользуясь наличием большого капитала в сочетании с технологиями истощают, а то и навсегда выводят из игры старых участников рынка.

Эти обстоятельства вынуждают предприятия искать новые высокоэффективные методы воздействия на потребительский спрос, основой которых может стать использование принципа рефлексивного управления, так как он дает возможность создавать и эффективно использовать шаблоны потребительского поведения. Тем самым у коммерческих предприятий появляется возможность получить значительные конкурентные преимущества в условиях рынка. Кроме того, рефлексивные методы управления сравнительно низко затратными, по отношению к ценовым, и достаточно эффективными. Тем не менее, использование аппарата рефлексивного управления в системе взаимодействий организаций с потребителями является недостаточно изученными.

Рефлексивное управление в хозяйственной деятельности предприятий включает в себя следующие основные элементы: изучение потенциальных потребителей; изучение мотивов потенциального клиента; исследование возможностей предоставленного продукта; изучение конкурентов, определение форм и уровня конкуренции; исследование рекламной деятельности; определение наиболее эффективных способов продвижения продукта (услуги) от предприятия к потенциальному клиенту.

В процессе изучения потребителей определяется структура их предпочтений. Руководство должно знать целевых клиентов. Ключевой вопрос в информационном управлении – изучение мотивов потенциального клиента. В рамках анализа мотивов поведения потребителей изучаются не только их вкусы и привычки, но и обычаи, и паттерны поведения (стереотип мышления), что позволяет прогнозировать особенности поведения определенных социальных групп на будущее и проводит адекватную организационную политику.

Цель исследования заключается в выявление ожиданий (рефлексии) потребителей на продукт исследуемой организации. Одновременно с выявлением ожиданий, необходимо выяснить, каким образом подать потенциальным клиентам новые продукты (услуги), на кого ориентировать рекламу и инструменты продвижения. Одним из принципиальных аспектов информационного манипулирования является использование слабых мест конкурентов. Для этого необходимо изучение конкурентов, определение форм и уровня конкуренции. На базе собранной и обработанной информации создается комплекс моделей и методов рефлексивного управления экономическим поведением участников рыночных процессов (как физических, так и юридических лиц).

Формирование систем эффективного управления организациями в условиях кризиса строится на моделировании и прогнозировании взаимоотношений участников рыночных процессов. В основе данного типа процессов лежат стимулы – внутренние побудительные мотивы, обусловленные совокупностью внешних и внутренних причин. Внешним фактором

является хозяйственная среда. К числу внутренних факторов относятся первичные желания людей и стремление к предсказуемости и гарантированности будущего.

Процесс разработки и осуществление последовательности информационного воздействия на целевого потребителя с помощью инструментов рефлексивного влияния (бренд, реклама) можно представить в виде последовательности действий, что изображено на рис. 1.

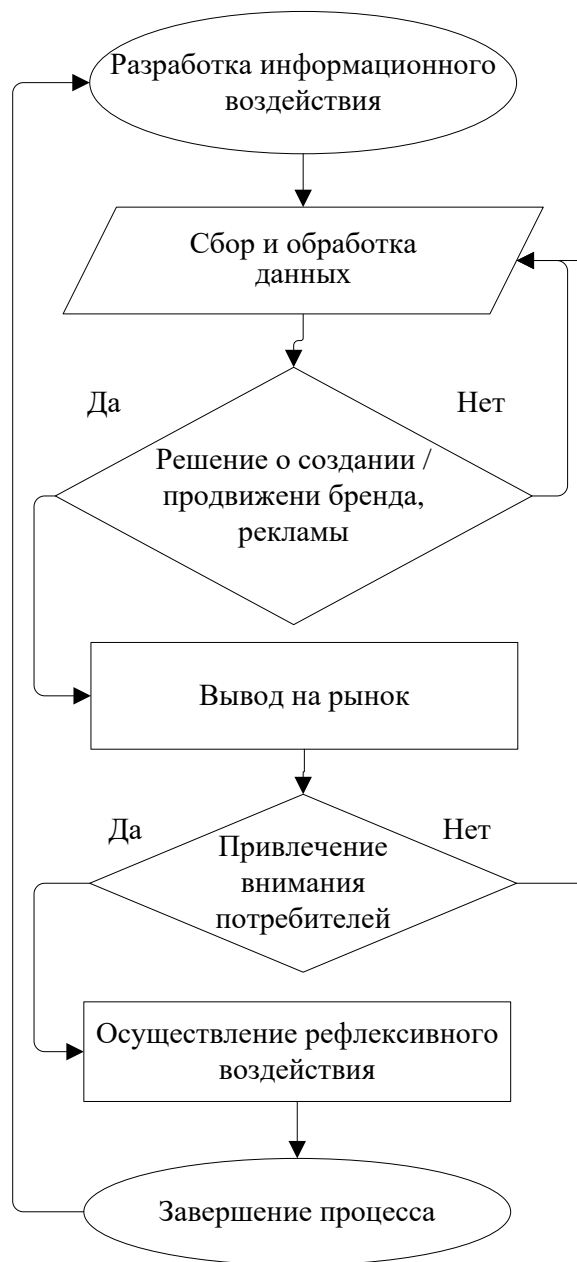


Рис. 1. Процесс разработки и осуществления информационного воздействия на потребителя

Как мы можем увидеть из рис. 1, разработку информационного воздействия на целевого потребителя необходимо начинать с поиска потенциальных клиентов: определить их сосредоточения и желаемые ими СМИ. Следующим шагом является определение основной идеи эффективного бренда и действенной рекламы, поэтому при выходе на рынок очень важно не только иметь гармоничный дизайн торговой марки, но и иметь аванс доверия в виде получения необходимых благ для потребителей в будущем. Если на этапе привлечения внимания коммерческому предприятию удастся установить с потребителями устойчивый контакт, это будет свидетельствовать об успешном осуществлении рефлексивного воздействия. Следует отметить, что предложенный процесс является циклическим и его надо проводить два раза в год, это обусловлено меняющимися условиями потребительского рынка.

Как показывают многочисленные исследования в сфере маркетинговых коммуникаций, продается не товар (услуга), а удовлетворение какой-то из потребностей человека. Свобода выбора, в том числе свобода принятия решения – одна из основных человеческих ценностей, поэтому задача рекламы – создание у человека впечатление, что решение принял он самостоятельно. Именно поэтому скрытое управление потенциальными потребителями – стержень эффективной рекламы. Мишенью воздействия являются потребности и желания человека. Приманкой – сюжет рекламируемого продукта, напоминает о соответствующих потребностях или даже формирует их.

Последний и самый сложный этап – обращение к подсознательному. Бренд и реклама, обращённые к глубинам человеческого мозга, могут быть примитивными и иметь неприглядный вид, но сработают безотказно. Основной метод воздействия на подсознание – это заставить клиента уговорить самого себя. Для этого используют впечатления детства, мужское и женское начало, «кусочек счастья», учитывают традиции, потребности и привычки потенциальных потребителей. Оформление и рекламный текст тоже является средством скрытого влияния [1].

Бренд и реклама значительно воздействуют, поскольку воспринимаются покупателями как совокупность эмоциональных и функциональных элементов, единых с самим продуктом предприятия. Они создают функциональные, эмоционально-психологические, экономические и культурные предпочтения, отражают совокупность как материальных, так и нематериальных категорий. Все это формирует у потребителя благоприятное впечатление о товаре, услуге предприятия и вызывает желание приобрести товар, выделив его в ряду других.

Приобретение товара известного бренда сопровождается приобретением его символического значения, является для большинства дорогих брендов, практически единственной выгодой для покупателя [2]. Например, «Кока-Кола» является более дорогим напитком, чем ее аналоги. Была признана самым дорогим брендом в мире в 2005-2011 годах в рейтинге международного исследовательского агентства Interbrand, сегодня данный напиток продается более чем в 200 странах мира.

Учитывая выше сказанное, рекламу и бренд можно использовать в рефлексивном управлении как высокоэффективные и даже «агрессивные» инструменты воздействия на объекты управления (в данном случае потенциальных потребителей), что склоняет их принять решение, заранее подготовленное управляющей стороной, то есть коммерческим предприятием (КП) [1].

Теперь рассмотрим процесс взаимодействия КП с целевыми потребителями с помощью специального математического аппарата рефлексивных игр [3]. Обозначим участников символами X (КП), Y (целевые потребители). На первом этапе X строит модель ситуации, сложившейся на рынке с помощью маркетинговых исследований и получает информацию о Y , таким образом, первый оператор осознание будет выглядеть (1):

$$\omega_1 = 1+x \quad (1)$$

Состояние системы приобретает вид (2):

$$\Omega_1 = T \cdot (1+x) = T + Tx \quad (2)$$

На следующем этапе X использует бренд и рекламу для сообщения Y специально подготовленную информацию одновременно поместит её «внутри» информационной модели Y (рис.2)

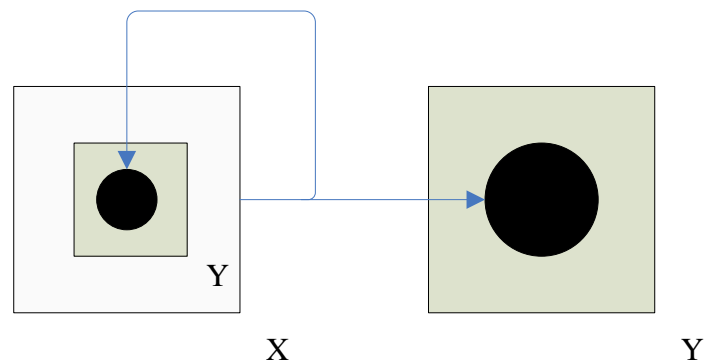


Рис. 2. Процесс рефлексивного управления потребителем

На рис. 2 изображен процесс рефлексивного управления потребителем. Мы видим, что X передает информацию Y, в которой X знает все предпочтения Y, тем самым говоря ему, что только у него есть то, что нужно Y [4].

Для нахождения вероятности привлечения потребителей используем модифицированную модель рефлексивных игр. Рассмотрим отношения участников исследуемой группы с точки зрения рефлексии [5].

Обозначим каждого участника рыночных отношений в исследуемом месте в виде субъекта для рассмотрения взаимоотношений и воздействий внутри группы для дальнейшего анализа целесообразности и эффективности выбора места расположения для осуществления коммерческой деятельности предприятия.

Анализ поведения группы выполняется в следующей последовательности:

1) определяется состав группы ($A_1, A_2, \dots, A_n, n \geq 1$) и отношения между ее участниками (союз или конфликт) для построения графа отношений G с последующей его декомпозицией.

2) задается набор действий по отношению реализуемости для каждого из субъектов исследуемой группы ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_s$), рассматривается как универсальное множество M .

3) строится матрица воздействий $\|p_{ig}\|$, где $p_{ig} \in M$. По строкам идут влияния, предоставляемых участником группы на себя и на других, по столбцам – воздействия, получаемые от себя и других. элементы вида p_{kk} – это выбор субъекта группы, который находится с помощью решения уравнения вида (3).

$$Ax + B\bar{x} = x \quad (3)$$

Данное уравнение имеет решение при $A \supseteq B$.

4) на основании декомпозиции графа группы, строится диагональная форма Φ , которая представляет собой одновременно структуру рефлексии субъекта и иерархию образов себя и функцию выбора каждого из участников группы.

Теперь участники группы рассматриваются как переменные, и каждому из них соответствует одна и та же функция (4):

$$\Phi = \Phi(A_1, A_2, \dots, A_n) \quad (4)$$

Эта функция рассматривается как модель ментальной генерации выбора.

5) важную роль для формальной процедуры вычисления значений формы Φ играет функция (5), так как уравнения вида (3) могут быть записаны в экспоненциальной форме.

$$\Phi(a, b) = a + \bar{b} = a^b \quad (5)$$

Граф отношений группы и влияния других участников накладывают определенные ограничения на выбор исследуемого субъекта. Данная модель позволяет вычислять вероятностные направления выбора каждого из участников [4].

б) определение вероятности привлечения потребителей с ближней торговой зоны в исследуемое коммерческое предприятие осуществляется по формуле (6):

$$P(A) = \frac{m_A}{n} \quad (6)$$

где m_A – приемлемый набор реализованных альтернатив для субъекта A ,
 n – общее количество возможно реализуемых альтернатив.

Таким образом, представленная последовательность действий и составляет модель влияния рефлексивных инструментов управления на процесс принятия потребительских решений.

Для определения вероятности привлечения потребителей с ближней торговой зоны примем следующие допущения:

Д.1. будем считать, что все конкуренты находятся на одном уровне развития собственной хозяйственной деятельности, поэтому они объединены в однородную группу участников исследуемых отношений;

Д.2. ближнюю торговую зону рассмотрим как единственный район;

Д.3. жителей исследуемой территории рассмотрим как единую совокупность;

Д.4. предположим, что интересы группы потребителей и исследуемых торговых объектов полностью взаимно удовлетворяют друг друга и имеют между собой отношения союза, а интересы между торговыми предприятиями естественным образом различаются и носят отношение конфликта между собой;

Д.5. граф отношений рассматриваем с точки зрения внешнего наблюдателя.

Итак, рассмотрим группу, состоящую из трех субъектов: исследуемого коммерческого предприятия (A_1), группы предприятий-конкурентов (A_2) и группы потребителей, проживающих в ближней зоне ТЗ1 (A_3).

Представим ее в виде графа G с бинарными отношениями союза и конфликта (рис. 3).

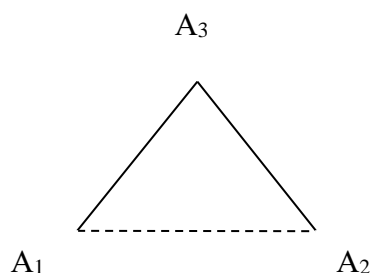


Рис. 3. Граф отношений в группе

На рис. 3 изображены отношения в группе в виде графа. Он может быть декомпозирован, следовательно, мы его можем представить в виде полинома и диагональной формы для получения уравнения выбора.

Зададим набор действий $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_S\}$, где $S \geq 1$ с унарным отношением реализуемости для ведения успешной хозяйственной деятельности на основании проведенных маркетинговых исследований. Для каждого участника группы этот набор будет рассматриваться как универсальное множество 1. Множество всех подмножеств универсального множества, включая пустое, интерпретируется как множество альтернатив, и обозначим его M .

Субъект A_1 – исследуемое КП, которому для ведения успешной хозяйственной деятельности необходимо удовлетворить современные требования клиентов. Для этого было использовано оценку личных предпочтений x_{sj} как параметр, описывающий уровень соответствия современным требованиям потребителей. Зададим набор действий с унарным отношением реализуемости: α_1 – соответствие предприятия параметрам личных предпочтений.

$1 = \{\alpha_1\}$ – реализуемо.

$0 = \{\}$ – реализуемо.

Субъект A_2 – предприятия-конкуренты, могут выполнить тот же набор действий.

Субъект A_3 – совокупность потребителей ближней зоны, может выполнить 2 действия α_2 – осуществить покупку у исследуемого предприятия, α_3 – сделать покупку у конкурентов.

$1 = \{\alpha_2, \alpha_3\}$ – реализуемо.

$\{\alpha_2\}$ – реализуемо.

$\{\alpha_3\}$ – реализуемо.

$0 = \{ \}$ – реализуемо.

При моделировании выбора изучаемых субъектов, влияние других субъектов на определенный субъект будет представлено на языке его собственной множества альтернатив.

Матрица воздействий $\|p_{ij}\|$, $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$; де $p_{ij} \in M$; p_{ij} – альтернатива, к выбору которой субъект A_i склоняет субъекта A_j , элемент p_{kk} – интенция субъекта A_k , будет иметь вид (табл. 1).

Таблица 1

Матрица воздействий

Оказываемые воздействия	Испытываемые воздействия		
	A ₁	A ₂	A ₃
AA ₁	A ₁	0	{α ₂ }
AA ₂	0	A ₂	{α ₃ }
AA ₃	1 = {α ₁ }	1 = {α ₁ }	A ₃

В табл. 1 показана матрица воздействий в группе из трех субъектов, где по строкам идут влияния, субъекты оказывают на себя, а по столбцам – действия, которые субъекты получают от себя и других. Используя граф отношений G (рис. 3), запишем полином (7):

$$A_3(A_1 + A_2) \tag{7}$$

На его основе построим диагональную форму Φ (8), представляющий одновременно и иерархию образов себя (рис. 4), и функцию выбора каждого субъекта:

$$X = [A_3(A_1 + A_2)] \tag{8}$$

Рассмотрим форму (8) в виде экспоненциальной формулы и упростим ее (9):

$$X = A_3(A_1 + A_2) = A_1 + A_2 + \overline{A_3} \quad (9)$$

На рис. 5 изображено иерархию образов себя в виде частичного порядка полиномов, которые входят в диагональную форму (8).

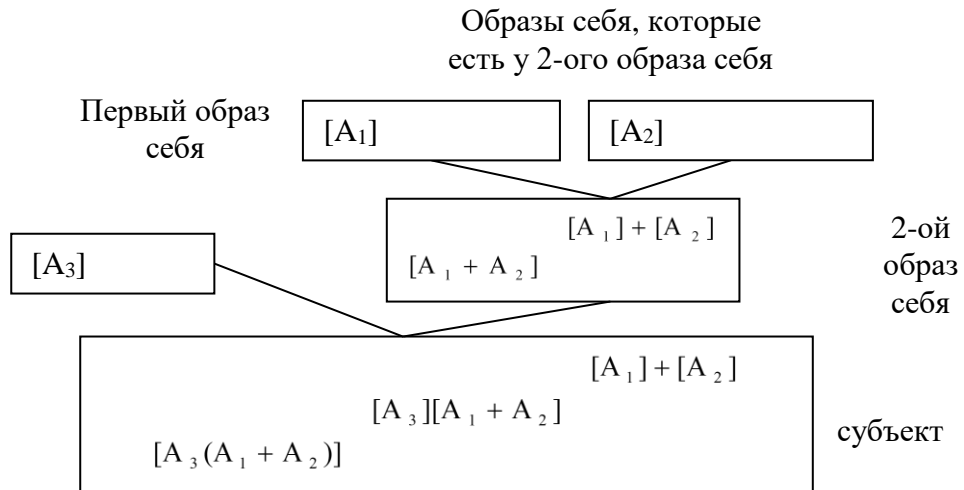


Рис. 4. Иерархия образов себя

Каждому нижнему полиному диагональной формы соответствует группа, которая влияет на субъект. Значения полинома интерпретируется как влияние, которое оказывает на себя группа. Полиномы, следующим за нижним, соответствуют минимальные страты, на которые разбита исходная группа. Каждая минимальная страта влияет на соответствующий образ себя у субъекта.

Субъектам A_1, A_2, A_3 , соответствуют следующие уравнения (10)-(12):

$$A_1 = A_1 + A_2 + \overline{A_3} \quad (10)$$

$$A_2 = A_1 + A_2 + \overline{A_3} \quad (11)$$

$$A_3 = A_1 + A_2 + \overline{A_3} \quad (12)$$

Приведем уравнения к виду $A_i = AA_i + \overline{BA_i}$, (де $i = 1, 2, 3$) (13)-(15):

$$A_1 = A_1 + (A_2 + \overline{A_3})\overline{A_1} \quad (13)$$

$$A_2 = A_2 + (A_1 + \overline{A_3})\overline{A_2} \quad (14)$$

$$A_3 = (A_1 + A_2)A_3 + \overline{A_3} \quad (15)$$

Значение для подстановки берутся из соответствующих столбцов матрицы воздействий.

Для исследуемого коммерческого предприятия получаем уравнение (16):

$$A_1 = A_1 + \{0\}\overline{A_1} \quad (16)$$

Данное уравнение можно решить, потому что $A = 1$, $B = 0$. В данном случае существует два решения $\{\alpha_1, \}$. Исследуемое предприятие находится в состоянии свободы выбора.

Для группы предприятий-конкурентов получаем уравнение (17):

$$A_2 = A_2 + \{0\}\overline{A_2} \quad (17)$$

Поскольку $A=1$, $B=0$, $A \supset B$, то уравнение также имеет решение, удовлетворяющее неравенству (18):

$$1 \supseteq A_2 \supseteq 0 \quad (18)$$

Следовательно, предприятия-конкуренты так же находятся в состоянии свободы выбора, так как могут реализовать любую альтернативу из заданного для них множества действий.

Для группы потребителей получаем уравнение (19):

$$A_3 = \{\alpha_2, \alpha_3\}A_3 + \overline{A_3} \quad (19)$$

где $A=\{\alpha_2, \alpha_3\}=1$, $B=1$. В этом случае $A=B$, из чего следует, что решение единственное. Группа потребителей является активной, так как при любом воздействии на неё других субъектов выбирается альтернатива 1.

Теперь рассмотрим сам процесс рефлексивного управления. В данной работе под рефлексивным управлением подразумевается любое воздействие одного субъекта на другого или на группу субъектов. Различают четыре типа рефлексивного управления: манипулирование с помощью воздействий, манипулирование путем изменения отношений, манипулирование порядком значимости и влияние на неосознанную сферу субъекта [6].

Примем следующее предположение, каждый участник исследования может сделать выбор альтернативы из множества $\{0,1\}$.

Используем второй тип рефлексивного управления – манипулирование влиянием с целью изменения отношения субъекта. Воздействие осуществляется с помощью психологического воздействия бренда и рекламной компании. Схема такова: исследуемое предприятие желает, чтобы потребитель выбрал альтернативу 1 и для этого осуществляет рефлексивное влияние. Граф отношений на рис. 3, ему соответствует полином (7) и диагональная форма (8). Упростив, находим, что форма равна своему полиному. Уравнения для группы потребителей приобретает вид (15), где $A = A_1 + A_2$, $B = 1$. Из чего следует, что данное уравнение имеет решение при $A_1 + A_2 = 1$.

Пусть группа предприятий-конкурентов не оказывает никакого влияния на исследуемую группу потребителей ($A_2 = 0$), в этом случае уравнение для потребителя приобретает вид (20):

$$A_3 = A_1 A_3 + \overline{A_3} \quad (20)$$

Итак, $A_3 = A_1$. Значит, если исследуемое предприятие желает, чтобы потребители выбрали альтернативу 1, то его влияние должно быть 1 – потребители подчиняются влияниям коммерческого предприятия. Если, A_1 необходимо, чтобы A_3 перешел в состояние фрустрации, то его влияние должно быть равно 0. В этом случае мы получаем уравнение (21):

$$A_3 = \overline{A_3} \quad (21)$$

Из этого следует, что исследуемая группа потребителей не в состоянии сделать выбор, а следовательно – является наиболее предпочтительным объектом для рефлексивного управления.

Таким образом, предложенная модель позволяет оценивать перспективность использования рефлексивного управления для воздействия на принятие решения потребителями. Адекватное использование рефлексивного управления может повысить эффективность использования ресурсов коммерческого предприятия за счет более точного учета факторов личных

предпочтений при разработке бренда, рекламной компании, проработки пакета сервисных услуг, выборе обоснованного метода ценообразования, поиске прибыльного места нахождения торгового объекта, выборе ассортимента и уровня качества товаров. Все это позволяет сократить расходы на конкурентную борьбу за счет выбора финансово-оптимального типа рефлексивных действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никонова М. И. Бренд как нематериальный актив в управлении потребительским решением / Вісник Приазовського державного технічного університету. Сер.: Економічні науки. 2013. Вип. 26. С. 130-137.
2. Аакер Д. Создание сильных брендов / пер. с англ. С. А. Старов, Д. Л. Волков, Т. Л. Клемина, А. Л. Загорский, 2-е изд. М. : Издательский дом Гребенникова, 2008. 440 с.
3. Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Рефлексивные игры. М.: СИНТЕГ, 2003. 149 с.
4. Лефевр В. А. Лекции по теории рефлексивных игр. М. : Когито-Центр, 2009. 218 с.
5. Лефевр В. А. Рефлексия. М. : Когито-Центр, 2003. 496 с.
6. Ніконова М. І. Управління взаємовідносинами учасників ринкових процесів в умовах кризи. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2016. №5(05). С. 179-184
URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/5_2016/35.pdf

3.4. Моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств

Дослідження поведінкової економіки є мейнстрімом сучасної економічної науки. Дійсно, нобелівський лауреат 2017 р. Р. Талер довів, що результати прийняття економічних рішень агентами залежать від властивих людям когнітивних спотворень, ірраціональної складової та їх рефлексивних характеристик [1]. При цьому Р. Талер виявив систематичні наслідки результатів таких когнітивних спотворень у соціально-економічних системах, де функціонують агенти. Дійсно, відмінною особливістю соціально-економічних систем (зокрема, підприємств) є те, що їх складові елементи (людина, група, колектив і т.д.), на відміну від елементів технічних систем, мають активність – здатність до цілеспрямованої поведінки, тобто до вибору дій відповідно до власних уподобань та інтересів. Однак, не завжди в процесі прийняття рішень агенти ведуть себе раціонально. Часто некомпетентність, небажання обґрунтовувати рішення, недостатня інформованість агентів є причиною можливого наслідування в поведінці, що створює умови для проявів стадної поведінки та може призводити до небажаних економічних наслідків для підприємств. Особливої актуальності дослідження процедур прийняття рішень набуває, якщо від них залежить ефективність досягнення цілей функціонування підприємств.

Серед гіпотез щодо можливих проявів стадної поведінки на підприємствах, які формують передумови для ефективного використання таких проявів в практиці функціонування підприємств [1], особливої уваги заслуговує дослідження процесу вибору споживачами на ринку продукції підприємства або його конкурента. Тут мета суб'єкта управління (наприклад, співробітників відділу маркетингу чи збуту продукції підприємства) полягає в запобіганні проявів стадної поведінки споживачами щодо придбання продуктів підприємства-конкурента і навпаки – забезпечення проявів стадності в придбанні продуктів підприємства-виробника (гіпотеза

про можливість породження / управління стадністю у зовнішньому середовищі суб'єктом управління з підприємства).

Аналіз особливостей поведінки споживачів у процесі прийняття рішень про придбання продуктів виявив, що споживачам дійсно притаманні прояви ірраціональності в поведінці, зокрема часто можна спостерігати прояви наслідування чи стадної поведінки. Ймовірність прояву стадної поведінки споживача на ринку збуту продукції залежить від таких факторів як: наявність факторів ризику (низької інформованості і низької оцінки часу на прийняття рішення), індивідуальної схильності до наслідування (емоційної нестабільності, інтровертності, конформізму), наявності фактора стадності (інформації про сумарний попит на продукт). Виявлені чинники є рефлексивними складовими поведінки споживачів у процесі прийняття рішень щодо придбання продуктів, змінюючи значення яких можна впливати на результат прийняття рішення споживачем [2].

З огляду на це моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств передбачає виявлення рефлексивних складових поведінки споживачів у процесі прийняття рішення щодо придбання продуктів і формування ефективних рефлексивних керуючих впливів, реалізація яких дозволить збільшити обсяги збуту продукції та підвищити конкурентні позиції підприємств за рахунок підвищення попиту на продукцію [3]. При цьому основними етапами моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств є:

1. Оцінка ємності ринку збуту.

Нехай існує ринок на якому здійснюється збут продукції А, де існує безліч споживачів N , які готові задовольнити свою потребу за допомогою здійснення покупки продукту А. Конкретного споживача з множини N позначимо як H_i , где $i = \underline{1, N}$.

Визначення кількості споживачів N аналогічне визначенню ємності ринку, в якому можуть використовуватись дані фактичних продажів і дані

поточного попиту, засновані на маркетингових дослідженнях, інформації в відкритих джерел або спеціалізованих запитів.

Для того, щоб почати управління поведінкою споживача, СУ необхідно конкретизувати мету управління. Для цього СУ визначає необхідність збуту продукції A за ціною W на суму AW . Це може бути визначено наступними факторами:

- стимулювання якнайшвидшої реалізації закупленої партії продукції для вивільнення коштів, витрачених на її придбання.
- стимулювання покупців придбати товар, який вже не користується належним попитом або закінчується термін його реалізації.
- підвищення збуту товару з метою виконання або перевиконання показників існуючого плану продажів тощо.

2. Виділення 2 груп споживачів на ринку збуту: Q – доля споживачів, які придбають продукт без будь-яких впливів; $1-Q$ долі споживачів, які не купують продукт без впливу, але в перспективі можуть його придбати.

Припустимо, що серед споживачів є 2 типи агентів: агенти першого типу схильні купувати продукт незалежно від його реклами, агенти другого типу у відсутності рефлексивного керуючого впливу (наприклад, реклами) купувати продукт не схильні. Позначимо $Q \in [0; 1]$ – доля агентів першого типу, $1 - Q$ – доля агентів другого типу, n_1 – кількість споживачів із частки Q , n_2 – кількість споживачів із частки $1 - Q$.

Визначення долі агентів першого типу Q відбувається на основі даних про фактичні продажі продукції та кількості клієнтів n_1 за визначений період часу до застосування будь-яких рефлексивних керуючих впливів чи управління.

$$Q = (n_1 * 100\%) / N \quad (1)$$

3. Розрахунок прогнозованої долі споживачів на ринку збуту, що придбають продукт до початку рефлексивного управління.

Моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств будемо проводити на ос-

нові моделі інформаційного управління О. Чхартішвілі «реклама товару» [4].

Так, якщо доля Q агентів першого типу є загальним знанням, то агенти очікують, що саме Q агентів придбають продукт, а фактично спостерігають, що продукт придбає частка $x(Q)$ споживачів:

$$x(Q) = Q + (1 - Q)p(Q) \quad (2)$$

У зв'язку з тим, що $\forall Q \in [0; 1], Q \leq x(Q)$, то такий вплив виявляється підтвердженням – споживачі бачать, що продукт схильні купувати більше людей, ніж вони уявляли.

Безліч можливих дій кожного агента складається з двох дій: a (асерт) відповідає придбанню товару чи послуги, а дія r (reject) – відмові від придбання товару або послуги. Прийmemo, що агенти другого типу з ймовірністю $p(Q)$ обирають дію a .

Будемо вважати, що $p(Q)$ – неспадна на $[0; 1]$ функція, така, що

$$p(r) = \varepsilon, p(a) = 1 - \delta, \varepsilon \leq 1 - \delta \quad (3)$$

де ε і δ – константи, що належать одиничному відрізьку, де $\varepsilon \leq 1 - \delta$.

Константа δ характеризує в деякому сенсі схильність агентів до прояву стадної поведінки внаслідок рефлексивного впливу. Де $\delta = 0$ означає споживача схильного до впливу, $\delta = 1$ – незалежного споживача, що не схильний до прояву стадної поведінку внаслідок впливу. Змістовно ε відповідає тому, що деякі агенти другого типу «помиляються» і, навіть якщо вважають, що всі інші агенти мають другий тип, то купляють продукт. Окремий випадок $\varepsilon = 0, \delta = 1$ відповідає незалежним агентам другого типу, що відмовляються від придбання продукту.

4. Порівняння прогностного значення долі споживачів на ринку збуту, що придбають продукт до початку рефлексивного управління, з фактичним рівнем продажів продукту

Якщо отриманий за розрахунками (2) результат $x(Q)$ більший ніж фактичний рівень продажів продукту Q , то СУ переходить до розрахунку

прогнозного значення $x(Q, Q_2)$ – частки споживачів на ринку збуту продукції, що придбають продукт після рефлексивного керуючого впливу.

5. Формування рефлексивного керуючого впливу при $x(Q) > Q$

Для збільшення об'єму продажів продукту до цільового значення необхідно сформувати у споживачів з долі $1 - Q$ нове уявлення Q_2 про значення параметра Q – долю агентів, що схильні купувати продукт без наявності рефлексивного керуючого впливу.

Формування нового уявлення відбувається за рахунок розповсюдження серед споживачів інформації про те, яка кількість споживачів, які вже придбали продукт $Q_2 \rightarrow 1$. Отримана інформація та сформоване уявлення спонукає споживача до наслідування, тобто стає підставою для прояву стадної поведінки.

Крім того, під час рефлексивного управління СУ також може передавати інформацію споживачам на ринку збуту продукції таку, за якої $d_i^{1-Q} \rightarrow 0$ – інформованість споживача зменшується, та $v_i^{1-Q} \rightarrow 1$ – споживач стає обмежений у часі на прийняття рішення щодо покупки продукту. Таким чином схильність споживача до наслідування збільшиться, отже збільшиться ймовірність прояву ним стадної поведінки.

Для забезпечення передачі такої інформації формується технічне завдання для рекламної кампанії, в якому передбачена передача інформації про кількість споживачів, що вже купили продукт, обмеженість у часі на прийняття рішення та необхідність високої компетенції для прийняття самостійного рішення.

Канал просування рекламної кампанії обирається за можливостями максимального охоплення цільової аудиторії або використовується декілька каналів просування, найбільш популярних серед аудиторії споживачів продукції А.

Прикладами заходів рекламної кампанії для здійснення рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств можуть бути:

розміщення зовнішньої реклами з інформацією про акцію на продукт, яка обмежена у часі;

написання великої кількості позитивних відгуків про продукт на спеціалізованих сайтах та у соцмережах;

отримання рекомендації щодо придбання продукту від лідера думок цільової аудиторії;

створення штучних живих чи електронних черг тощо.

Усі витрати на формування та застосування рефлексивного управління позначимо як Z_1 .

6. Розрахунок прогнозованої долі споживачів на ринку збуту, що придбають продукт після рефлексивного управління

Таким чином, формуючи уявлення Q_2 , суб'єкт управління здійснює рефлексивний керуючий вплив на споживачів із частки $1 - Q$ на ринку збуту продукції.

Враховуючи, що агенти не підозрюють про наявність маніпуляції з боку центру, то вони очікують побачити, що Q_2 агентів придбають продукт. Фактично ж після рефлексивного керуючого впливу його придбають:

$$x(Q, Q_2) = Q + (1 - Q)p(Q_2) \quad (4)$$

При цьому, ймовірність придбання $p(Q_2)$ продукту А часткою потенційних споживачів $1 - Q$ після початку рефлексивного керуючого впливу залежить від того, наскільки споживачі продукту А на ринку збуту схильні до проявів стадної поведінки. Схильність до наслідування визнається рефлексивними характеристиками споживачів [5], які формують коефіцієнт схильності до наслідування K_i^{1-Q} :

1. Рівень емоційної нестійкості, en_i^{1-Q} .
2. Рівень інтровертності, in_i^{1-Q} .
3. Рівень конформізму, kn_i^{1-Q} .
4. Рівень інформованості/досвіду споживача, d_i^{1-Q} .
5. Оцінка часу, відведеного на прийняття рішення, v_i^{1-Q} .

Отже, визначимо схильність споживача наслідувати чужу думку, що є зворотним значенням до ∂ і виражене у вигляді коефіцієнта наслідування K_i^{1-Q} , де i – порядковий номер споживача, який опитується, з долі споживачів $1 - Q$.

Формування репрезентативної вибірки з частки споживачів $1-Q$ базується на загальних характеристиках цільової аудиторії споживачів продукту. Для визначення загальних характеристик цільової аудиторії споживачів продукту, СУ проводить маркетингове дослідження. Всі витрати на дослідження цільової аудиторії та визначення її характеристик позначимо як z_2 . Загальні характеристики цільової аудиторії споживачів, такі як вік, стать, місце проживання та інше, збираються з безкоштовних сервісів аналітики (наприклад, Google Analytics) або на основі зібраних даних бази клієнтів компанії СУ.

Отримані результати опитування нормалізуються в параметри, серед яких індивідуальні характеристики споживача $en_i^{1-Q}, in_i^{1-Q}, kn_i^{1-Q} \in [0; 1]$ що рівнозначні за вагомістю між собою щодо впливу на прояви наслідування у поведінці споживачів у маркетинговій діяльності підприємств, та зовнішні фактори, що також рівнозначні між собою та стосуються оцінки ймовірності помилки передбачення винагороди (ризик) d_i^{1-Q} , $v_i^{1-Q} \in [0; 1]$.

Ці параметри, що складаються з індивідуальних особливостей споживача та зовнішніх факторів формують загальний коефіцієнт наслідування споживача $K_i^{1-Q} \in [0; 1]$, який буде розраховуватися за формулою

$$K_i^{1-Q} = 0,5 \left(\frac{1}{3} en_i^{1-Q} + \frac{1}{3} in_i^{1-Q} + \frac{1}{3} kn_i^{1-Q} \right) + 0,5 \left(\frac{1}{2} d_i^{1-Q} + \frac{1}{2} v_i^{1-Q} \right) \quad (5)$$

Зворотною величиною коефіцієнту схильності до наслідування стає схильність зберігати свою попередню думку та зберігати незалежність від рефлексивного керуючого впливу. Що для конкретного споживача розраховується як:

$$\partial_i^{1-Q} = 1 - K_i^{1-Q} \quad (6)$$

А для всієї частки опитаних споживачів:

$$\vartheta = \frac{1}{n_3} \sum_{i=1}^{n_3} \vartheta_i^{1-Q} \quad (7)$$

Де n_3 – кількість споживачів із частки $1 - Q$, що прийняли участь в опитуванні. Формування репрезентативної вибірки з частки споживачів $1 - Q$ базується на загальних характеристиках цільової аудиторії споживачів продукту. Для визначення загальних характеристик цільової аудиторії споживачів продукту, СУ проводить маркетингове дослідження. Всі витрати на дослідження цільової аудиторії та визначення її характеристик позначимо як z_1 . Загальні характеристики цільової аудиторії споживачів, такі як вік, стать, місце проживання та інше, збираються з безкоштовних сервісів аналітики (наприклад, Google Analytics) або на основі зібраних даних бази клієнтів компанії СУ.

На основі отриманих параметрів СУ може прийняти розрахункове значення $p(Q_2)$

$$p(Q_2) = 1 - \vartheta \quad (8)$$

Отримавши значення $p(Q_2)$, СУ може виконати розрахунок прогнозованої долі споживачів на ринку збуту, що придбають продукт після рефлексивного керуючого впливу згідно (4). Якщо отриманий результат більший ніж прогнозована частка споживачів, що придбає продукт до початку рефлексивного керуючого впливу (2), СУ приймає рішення про формування та впровадження рефлексивного впливу для управління поведінкою споживачів.

7. Розрахунок ефективності впровадження рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств.

Загальну суму витрат $z(Q, Q_2)$ на впровадження рефлексивного управління поведінкою споживачів розрахуємо як суму витрат на формування та впровадження рефлексивного управління Z_1 та дослідження характеристик цільової аудиторії Z_2 за формулою

$$z(Q, Q_2) = z_1 + z_2 \quad (9)$$

Якщо дохід центру пропорційний частці агентів, які купують продукт, а витрати на рекламу $z(Q, Q_2)$ є неспадною функцією Q_2 , то прибуток $F(Q, Q_2)$ (різниця між доходом і витратами) при відсутності рефлексивного керуючого впливу дорівнює 0, а за її наявності:

$$F(Q, Q_2) = x(Q, Q_2)NW - z(Q, Q_2) \quad (10)$$

Отже, цільову функцію рефлексивного управління можна визначити як різницю між $F(Q, Q_2)$ і $x(Q)$ і записати у вигляді:

$$F(Q, Q_2) - x(Q)NW \rightarrow \max_{Q_2} \quad (11)$$

Розглянемо обмеження для задачі (11).

$$Q_2 \in [0; 1], \text{ та } Q_2 \geq Q \quad (12)$$

Це означає, що рефлексивний керуючий вплив стане недоцільним і витрати на рекламу не окупляться, якщо достатня частка агентів набуває продукт за відсутності рефлексивного керуючого впливу.

Обмеження $Q_2 \in [0; 1]$ означає, що агенти другого типу повинні спостерігати значення частки агентів, які купують продукт, не менше, ніж їм повідомив центр:

$$x(Q, Q_2) \geq Q_2 \quad (13)$$

Підставляючи (4), отримаємо:

$$Q + (1 - Q)p(Q_2) \geq Q_2 \quad (14)$$

Отже, оптимальним стабільним рішенням завдання рефлексивного управління буде вирішення задачі максимізації (11) при обмеженні (14) [3].

Якщо розуміти під стабільністю повний збіг очікуваних і спостережуваних агентами результатів (тобто вимагати виконання (15) як рівності), то єдиним стабільним рефлексивним керуючим впливом буде повідомлення від СУ, що всі споживачі є споживачами першого типу, тобто $Q_2 = 1$.

Рефлексивний керуючий вплив буде здійснено за допомогою рекламної кампанії з залученням лідера думок на цільову аудиторію споживачів продукції А, яка складається із споживачів типу Q та $1-Q$.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(Q, Q_2) - x(Q)NW \rightarrow \max_{Q_2} \\ F(Q, Q_2) = x(Q, Q_2)NW - z(Q, Q_2) \\ x(Q) = Q + (1 - Q)p(Q) \\ x(Q, Q_2) = Q + (1 - Q)p(Q_2) \\ p(Q_2) = 1 - \partial \\ \partial = \frac{1}{n_3} \sum_{i=1}^{n_3} \partial_i^{1-Q} \\ \partial_i^{1-Q} = 1 - K_i^{1-Q} \\ Q + (1 - Q)p(Q_2) \geq Q_2 \\ Q_2 \geq Q \\ z(Q, Q_2) = z_1 + z_2 \end{array} \right. \quad (15)$$

Після застосування рефлексивного керуючого впливу необхідно виконувати фіксацію фактично отриманих даних, серед яких можуть бути: фіксація отриманих телефонних дзвінків, повідомлень, звернень у офіс, відвідувань сайту. Подальша робота з отриманим внаслідок рекламної кампанії зверненням клієнта залишається за відділом продажів. Від компетентності фахівців з продажів залежить % клієнтів, які після звернення в компанію здійснять покупку.

При виникненні нової необхідності підвищення продажів товару, компанія-продавець може використовувати запропонований механізм (15) рефлексивного управління поведінкою споживачів повторно.

Розроблений механізм (15) рефлексивного управління поведінкою споживачів дозволяє компанії-продавцю збільшити прибуток від збуту продукції за рахунок збільшення кількості споживачів-покупців. Рефлексивний керуючий вплив спрямовується на частку споживачів, які не придбали продукт до початку рефлексивного керуючого впливу та схильні до прояву стадної поведінки.

Загальну послідовність етапів реалізації концептуальних положень механізму рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств представлено на рис. 1.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

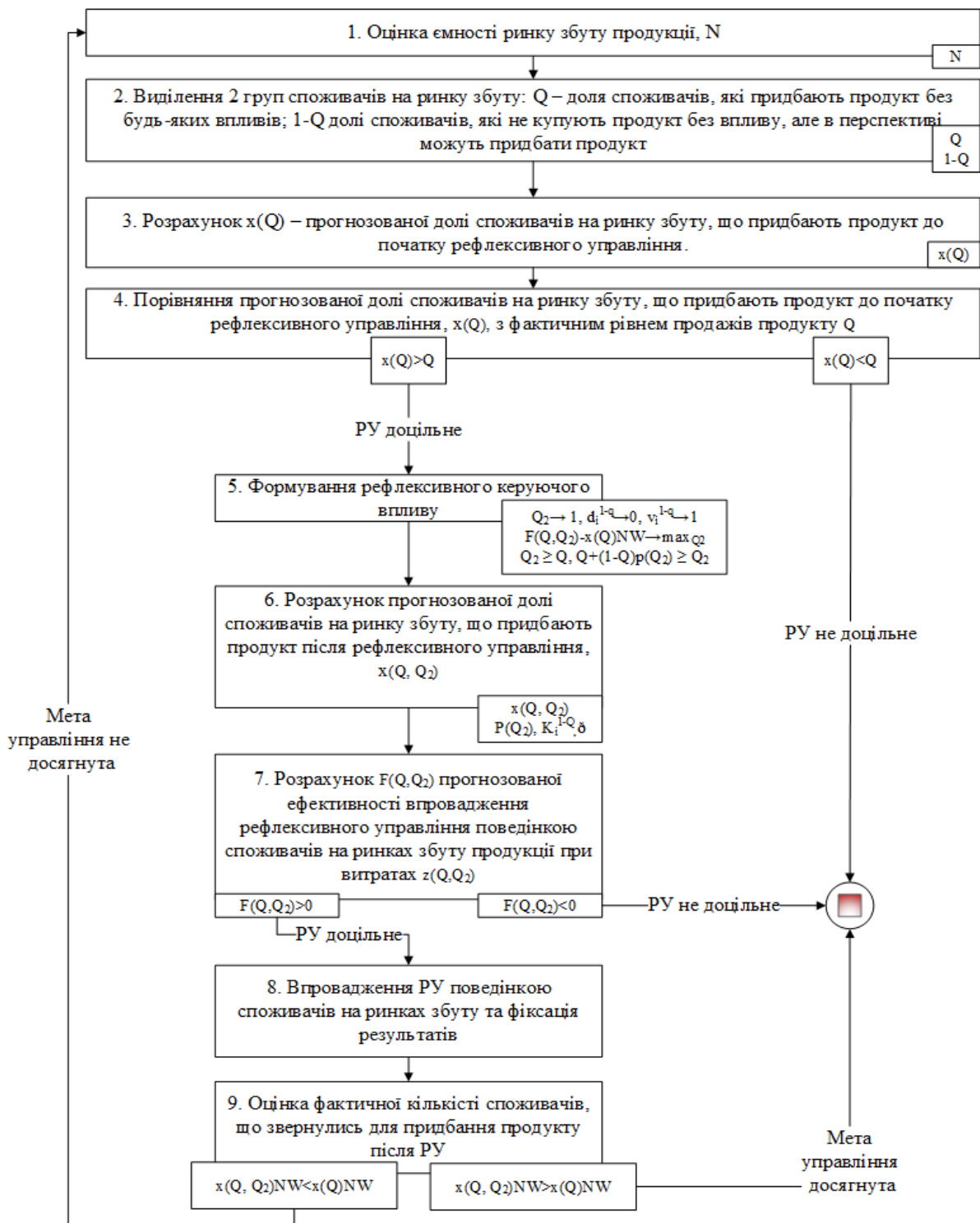


Рис. 1. Загальна послідовність реалізації етапів моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств

Таким чином, застосування запропонованої економіко-математичної моделі рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств, в основу якої покладено модель інформаційного управління О. Чхартішвілі, що спрямована на максимізацію отриманого прибутку, та яка на відміну від існуючої використовує рефлексивні складові поведінки споживачів в процесі прийняття рішення про придбання продуктів (зокрема схильності споживачів до наслідування), дозволить підвищити ефективність та обґрунтованість прийняття рішень щодо управління поведінкою споживачів для підвищення конкурентних переваг підприємств. Реалізація приведених етапів моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств дозволить компанії-продавцю збільшити прибуток від збуту продукції за рахунок збільшення кількості споживачів-покупців. Перспективним напрямком дослідження є створення інформаційної системи для оптимізації виконуваних функцій існуючих підрозділів і встановлення оптимального завантаження персоналу підприємств відповідно запропонованим етапам моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Турлакова С.С. Рефлексивное управление стадным поведением на предприятиях: концепция, модели и методы: монография. НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. Киев, 2020. 322 с.
2. Турлакова С.С., Шумило Я.Н. Подходы к управлению стадным поведением потребителей на рынках сбыта. Научный Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. 2016. №2(20)Е. С.186–191. URL:[http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/№2\(20E\)_2016/nomer_2\(20E\)_2016.html](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/№2(20E)_2016/nomer_2(20E)_2016.html) (дата звернення: 20.03.2021).
3. Turlakova S., Shumilo Ya. Modelling of management of herd behavior of consumers at sales markets based on reflexive approach. International Journal of Economics and Management Systems. 2020. №5. P. 209–216.
4. Чхартішвілі А.Г. Теоретико-игровые модели информационного управления. М.: ЗАО «ПМСОФТ», 2004. 227 с.
5. Шумило Я. Н. Выявление ключевых рефлексивных составляющих процесса принятия решений потребителями при проявлении стадного поведения на рынках сбыта продукции. Управління економікою: теорія та практика: Зб. наук. пр. К: ІЕП НАНУ, 2017. С. 232–242.

3.5. Методи системного аналізу в управлінні проєктною діяльністю суб'єктів малого підприємництва

Нині, в умовах постійного зростання економічної конкуренції, ускладненої різким зростанням рівня безробіття, зниженням ділової активності у селищних громадах, підтримка розвитку малого підприємництва є одним з пріоритетних завдань в як окремих територіальних одиницях, так і в країні в цілому. Дії зовнішніх чинників дестабілізуючого характеру, зумовлені світовою кризою, розвитком пандемічних процесів, а також внутрішні загрози економічній безпеці підприємств малого сектора вимагають розробки та впровадження нових методів управління. Ураховуючи процеси активної децентралізації, ці вектори руху зможуть забезпечити покращення економічного стану як окремого підприємства, так і територіальної громади в цілому. Серед таких актуальних векторів є розвиток низки напрямків у сільському господарстві, зокрема, бджільництва. До того ж варто зазначити, що саме сільська місцевість надає сприятливі умови для ведення бізнесу, який базується на бджільництві. По-перше, існує максимальна близькість до медоносів, що значно підвищує продуктивність бджіл. По друге, дефіцит робочої сили майже відсутній, бо за високого рівня сільського безробіття є можливим залучення наявних людських ресурсів та їх швидка перекваліфікація. По-третє, вхід на ринок збуту не ускладнено, оскільки здебільшого, він сформовано такими ж суб'єктами малого підприємництва, де основні потоки реалізації продуктів власного виробництва відбувається через окрему мережу. Однією з найбільш сприятливих передумов для бджільництва в сільській місцевості є переважна відсутність потужних промислових підприємств, що може гарантувати безпечність виробленої продукції.

Дослідженням особливостей малих підприємств було присвячено роботи вчених Варналія З. С., Зіновчука В. В., Ляшенко І. В., Малік М. Й., Романової Л. В., Яворської Т.І. та інші [21]. Питання розвитку малих підп-

приємств, діяльність яких зосереджено у селах, було розглянуто в працях науковців, серед яких Гутко Л. М., Мельник Л. Ю., Онищенко О. М., Юрчишин В. В., Матусова О. М. [12]. Проте, вчені розглядали узагальнені основи функціонування суб'єктів малого підприємництва, тому створені варіанти розвитку не адаптовані для конкретної місцевості, виду діяльності та предметної області проекту.

Метою роботи є побудова комплексу моделей управління проектною діяльністю малого підприємства на прикладі управління проектом зі створення пасіки в с. Тернуватка, що може розглядатися в якості базису розробки відповідного бізнес-плану суб'єктом малого підприємництва.

Аналіз робіт щодо принципів проектною діяльності [2 – 9, 13, 20] дозволив дійти висновку про існування декількох підходів. Так, пропонується розглядати три фази проекту – концептуальну, контрактну і фазу реалізації [4, 5]. З огляду на такий поділ концептуальна фаза має декілька стадій: розробка концепції проекту, оцінка життєдіяльності проекту, планування проекту, розробка вимог до проекту, вибір і придбання земельної ділянки. Контрактна фаза містить підготовку кваліфікаційних вимог та попереднього завдання на проектування, заяву про наміри, відбір потенційних виконавців, оформлення контракту з вибраними виконавцями, вибір і затвердження остаточного варіанту проекту. Фаза реалізації проекту має дві стадії – детальне проектування та поставки; будівництво або інсталяція [5]. Існує також інший підхід, оформлений як програма промислового розвитку ООН (UNIDO), де запропоновано бачення проекту як циклу, що складається з трьох окремих фаз – передінвестиційної, інвестиційної та експлуатаційної [2 – 5]. Найбільш розповсюдженим підходом до формування множини робіт, які належать різним фазам і стадіям життєвого циклу проекту, є підхід Всесвітнього банку. Він передбачає поділ на шість стадій: ідентифікація, розробка, експертиза, перемовини, реалізація та підсумкова оцінка. Ці стадії об'єднано в дві фази: фаза проектування – стадії 1 – 3; фаза впровадження – стадії 4 – 6.

Існування різноманітності поділу фаз дозволяє дійти висновку про необхідність врахування окрім загальних вимог до моделей управління проектами ще й особливостей функціонування галузі та інструментарію проектного моделювання. Так, під час проектування пасіки, окрім місця для її розміщення велику роль відіграє порода бджіл. Існує понад 10 порід, які адаптовані до клімату в Україні, володіють певними характеристиками [1, 9, 14 – 19]. Тому, для розробки першої моделі комплексу – моделі вибору породи бджіл у якості вхідних параметрів було вказано альтернативні породи бджіл, що адаптовані до лісо-степової місцевості, оцінені за основними характеристиками, вихідними оцінками – загальна бальна оцінка кожної породи. Було оцінено сім найпоширеніших порід бджіл, серед яких «Карпатська», «Українська степова», «Кавказька», «Бакфаст», «Країнка», «Італійка», «Європейська» [18]. Для порівняння альтернативних порід бджіл застосовувався інструментарій багатокритеріального вибору. Для оцінки вагомості кожного з критеріїв (табл. 1) залучались експерти з досвідом ведення пасіки понад 15 років та пасічники, що займаються даним видом діяльності протягом 3 – 10 років.

Таблиця 1

Критерії оцінки альтернатив

Критерій	Умовне позначення	Значимість	Вид оцінки
Ціна	Tsina	1	Кількісна
Зимостійкість	Zymostiykist	3	Якісна
Продуктивність	Productyvnist	2	Кількісна
Ройливість	Roylyvist	2	Якісна
Стійкість до хвороб	Stiykist do khvorob	3	Якісна
Плодючість	Plodyuchist	2	Кількісна
Схильність до крадіжок меду	Schylnist do kradizhok	2	Якісна

Як видно з таблиці, найбільшу значимість серед критеріїв мають критерії схильності до хвороб та зимостійкість. Це зумовлено тим, що взимку температура повітря може бути дуже низькою, й навіть не дивлячись на утеплені вулики, комфортні зимівники, частину бджіл можна втра-

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І
УПРАВЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЯМИ

титу, тому важливим завданням є мінімізація втрат та дотримання умов, щоб після зимового відпочинку бджолосімі були готові до збирального сезону. Саме тому доцільно одразу вибрати найбільш адаптовану породу до клімату. Стійкість до хвороб не тільки скоротить витрати на лікування, але й гарантує високу продуктивність сильних бджолосімей. Під продуктивністю розуміють кількість меду, що може принести певна порода бджіл за один сезон. Усі значення за критерієм варіюються в межах від 30 до 50 кг, де модою є значення в 30 кг. До переліку критеріїв увійшла також плодючість. Вона має велике значення, якщо в рамках проєкту планується подальше розширення пасіки за рахунок власних резервів, оскільки даний показник вказує кількість особин, які народжуються від однієї матки за сезон. Аналізуючи критерії як схильність до крадіжок меду та ройливість, варто відмітити, що значущість першого фактично визначає кількість отриманого меду за сезон, а відповідно й прибуток, а врахування другого критерію дозволяє оцінити відсоток бджолосімей, що можуть пороїтися та перейти на сусідні пасіки. Найменшу оцінку значимості має ціна, це зумовлено тим, що інвестування відбувається в довготривалий проєкт, тому різниця в ціні на даному етапі компенсується протягом року. За розрахунками бальної оцінки кожної з альтернатив (рис. 1) найвищу сумарну оцінку (0,58) отримала порода «Українська степова», саме тому вона вибрана для даного проєкту, в якості додаткових варіантів можна розглядати «Карпатську» та «Країнку», оцінки даних альтернатив складають 0,55 та 0,54 бали відповідно.

Criterion	Weight	Karpatska	Ukrainska stepova	Kavkazka	Bakfast	Krayinka	Italiyka	Yevropeyska
Tsina	1	290	270	250	330	350	250	250
Zymostiykist	3	Excellent	Good	Fair	Poor	Excellent	Poor	Fair
Productyvnist	2	50	35	30	30	39	50	30
Roylyvist	2	Very Low	Low	Moderate	Very Low	High	Moderate	High
Stiykist do khvorob	3	Fair	Good	Good	Fair	Fair	Fair	Good
Plodyuchist	2	1850	2150	1400	2400	1700	2400	2000
Skhylnist do kradizhok	2	Low	Very High	Very High	Moderate	Very High	Very Low	Very High
Overall Score		0.55	0.58	0.50	0.45	0.54	0.38	0.49

Рис. 1. Результати розрахунків з вибору найкращої породи бджіл

На перших етапах моделювання проєкту виникає питання пошуку статутного капіталу. У даному випадку можливі варіанти: власні заощадження, пошук інвесторів, субсидії держави, конкурси або гранти, краудфандинг, кредит в банку [10]. Власні заощадження є найбільш вигідним варіантом для формування інвестиційного капіталу. По-перше, кошти можна швидко мобілізувати, по-друге, не треба робити жорстку звітність про їх використання, наприклад як під час пошуку інвесторів, по-третє, плата за користування ресурсами відсутня. Але, не кожен суб'єкт господарювання володіє такими коштами, тому, розглянемо альтернативні методи формування початкового капіталу. Оскільки виробництво є малим за масштабами, то пошук інвестора ускладнено. Говорячи про допомогу з боку держави, варто зазначити, що в 2019 році заступник міністра аграрної політики та продовольства України Віктор Шеремета зазначив: «В Україні близько 90 % пасік знаходиться у приватній власності. Тобто, основна частка меду виробляється малими та середніми сільгоспвиробниками, які потребують особливої уваги та підтримки від держави. Так, у 2019 році Уряд додав напрям бджолярства до переліку діяльності сільськогосподарських кооперативів, яким відшкодовується 70 % вартості закупленого обладнання. Також виробники можуть скористатися програмою здешевлення кредитів» [14]. Проте, процедура отримання такої допомоги не зарегламентована документально, саме тому потребує додаткових уточнень в органах місцевої влади. Щодо альтернативи фінансування через конкурси та гранти, варто відмітити, що їх багато для сільської місцевості, проте, оскільки проєкт на перших етапах не передбачає соціальних результатів, то можливість отримати кошти таким чином є мінімальним. Краудфандинг досить поширене явище за кордоном. В Україні є окремі приклади успішного краудфандингу, які переважно пов'язано з благодійними проєктами та волонтерськими ініціативами. Варіантом, що є найбільш доцільним для проєкту, є позика.

Для порівняння оптимальної кредитної пропозиції було розраховано за низкою пропозицій банків реальну відсоткову ставку, тобто номінальну ставку скореговану з врахуванням разової та щомісячної комісії, за їх ная-

вності. Тому, оптимальною позикою буде варіант з найменшою реальною відсотковою ставкою. Ще одним індикатором оптимального варіанту кредитування є сума сплачених відсотків за кредитом, аналогічно спостерігається обернена залежність, оптимальним банком для кредитування є установа з найменшою сумою сплачених відсотків за кредитом. Майже для всіх банків спостерігається досить великий мінімальний відсоток першого внеску – 30 %. Ознайомившись з інформацією та умовами взяття позики на 3 роки в було оцінено план погашення основної заборгованості ануїтетними виплатами. Отож, виходячи з отриманих результатів в нашому випадку більш доцільним буде виплачувати основний борг рівними частинами, адже в такому випадку сума сплачених відсотків складає 16187,5 грн, в той час як при фіксованій місячній терміновій сплаті даний показник складає 17815,15 грн.

Програмна реалізація проекту засобами MS Project [11] дозволила сформувати повну інформацію про терміни виконання, ресурси, вартість проекту, тривалість кожної з робіт. У ході проектування стає можливим реалізація таких видів оптимізації як: оптимізація за ресурсами, оптимізація за вартістю, та оптимізація за часом. Перелік завдань (робіт) подано на рис. 2.

	i	Режим задачі	Назва задачі	Длительность	Начало	Окончание
1		→	+ Пошук та підготовка необхідної ділянки	15 днів	02.09.19 9:00	20.09.19 18:00
4		→	+ Пошук та залучення коштів, необхідних для реалізації проекту	12 днів	04.09.19 9:00	19.09.19 18:00
7		→	+ Отримання всіх дозвільних документів	4 днів	19.09.19 18:00	25.09.19 18:00
10		→	+ Придбання обладнання та інвентаря	23 днів	20.09.19 9:00	22.10.19 18:00
14		→	+ Купівля бджолосімей	5 днів	23.10.19 9:00	29.10.19 18:00
17		→	+ Пошук каналів збуту	22 днів	30.10.19 9:00	28.11.19 18:00
20		→	+ Отримання дозвільних документів на реалізацію меду	8 днів	30.10.19 9:00	08.11.19 18:00

Рис. 2. Список сумарних задач

Окрім задач, що мають задану тривалість, є ланки, де тривалість встановлюється 0. Фрагмент задач подано на рис. 3.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЯМИ

	i	Режим задачі	Назва задачі	Длительность	Начало	Окончание
1			Пошук та підготовка необхідної ділянки	15 днів	02.09.19 9:00	20.09.19 18:00
2			Пошук ділянки	2 днів	02.09.19 9:00	03.09.19 18:00
3			Підготовчі роботи на ділянці	13 днів	04.09.19 9:00	20.09.19 18:00
4			Пошук та залучення коштів, необхідних для реалізації проекту	12 днів	04.09.19 9:00	19.09.19 18:00
5			Аналіз можливих шляхів отримання інвестицій	8 днів	04.09.19 9:00	13.09.19 18:00
6			Залучення коштів	12 днів	04.09.19 9:00	19.09.19 18:00
7			Отримання всіх дозвільних документів	4 днів	19.09.19 18:00	25.09.19 18:00
8			Реєстрація ФОП	4 днів	20.09.19 9:00	25.09.19 18:00
9			Завершення стадії отримання	0 днів	19.09.19 18:00	19.09.19 18:00
10			Придбання обладнання та інвентаря	23 днів	20.09.19 9:00	22.10.19 18:00
11			Аналіз необхідного інвентаря	6 днів	20.09.19 9:00	27.09.19 18:00
12			Пошук та оцінка альтернатив	2 днів	30.09.19 9:00	01.10.19 18:00

Рис. 3. Фрагмент списку задач

Зв'язки між завданнями та критичними роботами подано на рис. 4. У проєкті використано такі типи зв'язків як початок-початок, тобто роботи варто розпочати одночасно, кінець-початок, тобто наступна робота не може розпочатися, доки не закінчиться попередня.

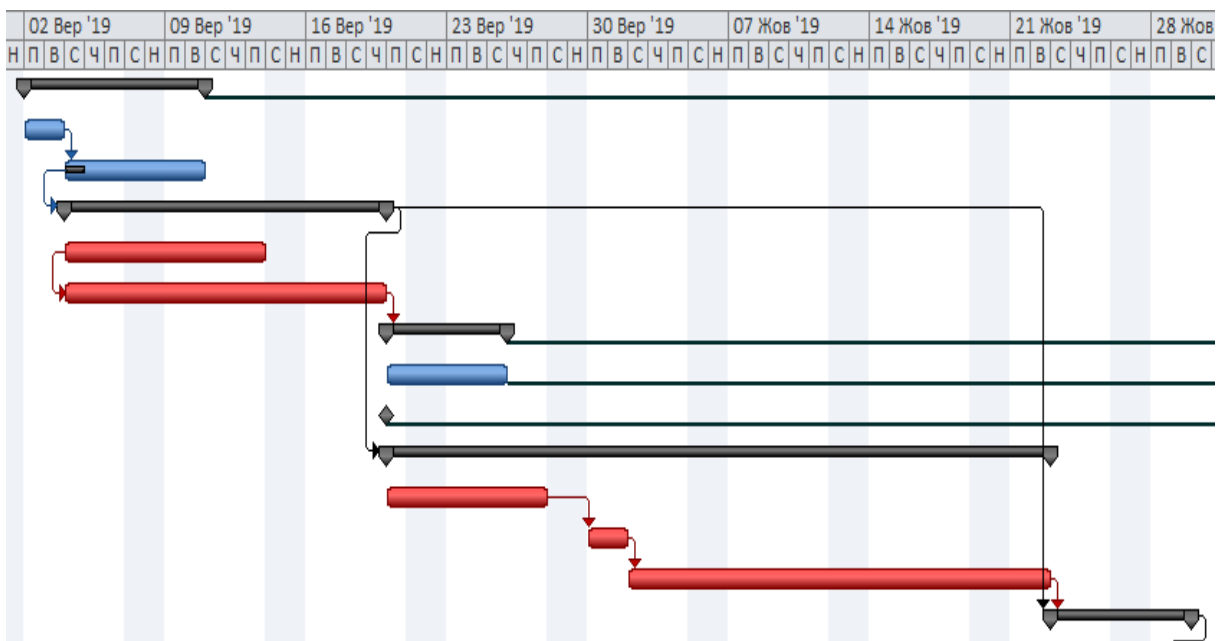


Рис. 4. Фрагмент діаграми Ганта

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Розрахунок тривалості проекту подано на рис. 5.

	Режим задачи	Название задачи	Начало	Окончание	Длительность
0		+ Модель управління процесом створення суб'єкту малого підприємства	02.09.19 9:00	28.11.19 18:00	64 днів

Рис. 5. Тривалість проекту

Під час ресурсного планування проекту для кожної роботи слід прописати необхідні ресурси для її реалізації – трудові ресурси та матеріальні. Перелік необхідних ресурсів подано в табл. 2.

Таблиця 2

Перелік необхідних ресурсів

Назва ресурсу	Тип	Максимум одиниць (%)	Стандартна ставка	Витрати на використання (грн)
Інвентар для пасічника	Матеріальний			800
Вулики з бджолами	Матеріальний			37 500
Вощина	Матеріальний			190
Захисний одяг	Матеріальний			220
Медогонка	Матеріальний			15 340
Бухгалтер	Трудовий	100	27	
Пасічник	Трудовий	100	27	
Різнорабочі	Трудовий	300	21	
Керівник	Трудовий	100	30	
Транспортування бджіл	Матеріальний			700

Далі слід здійснити призначення ресурсів на певний проект. У результаті побудовано діаграму Ганта з врахуванням призначення ресурсів на кожну роботу, фрагмент її подано на рис. 6.

Після призначення ресурсів на певні задачі проекту не складно помітити, що наявні переобтяжені ресурси, тобто ресурси для яких заплановано роботи більше, ніж ті, які можна виконати в робочий час (рис 7).

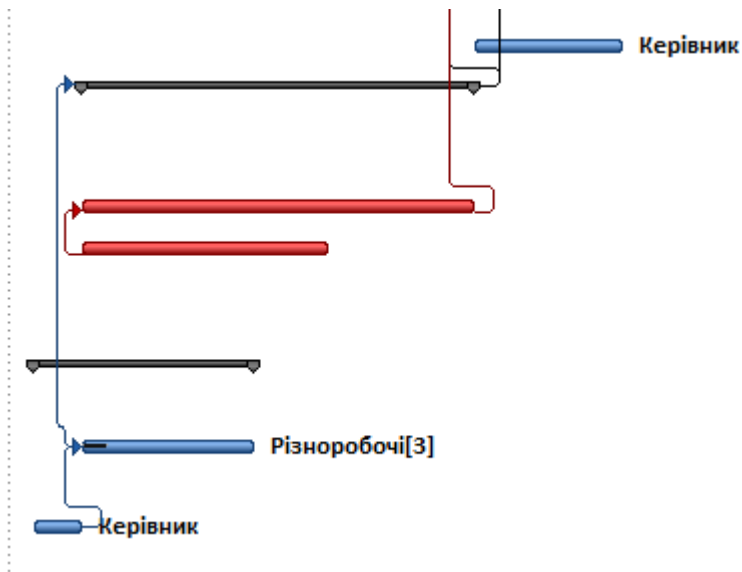


Рис. 6. Фрагмент діаграми Ганта з врахуванням призначення ресурсів

		Режим завдан	Ім'я
1			<input type="checkbox"/> Пошук та підготовка необхідної ділянки
2			Пошук ділянки
3			Підготовчі роботи на ділянці
4			<input type="checkbox"/> Пошук та залучення коштів, необхідних для реалізації проекту
5			Аналіз можливих шляхів отримання інвестицій
6			Залучення коштів
7			<input type="checkbox"/> Отримання всіх дозвільних документів
8			Реєстрація ФОП
9			Завершення стадії отримання документів

Рис. 7. Фрагмент таблиці робіт з переобтяженими ресурсами

Ресурси, що переобтяжені, з відповідними роботами подано на рис. 8.

Саме тому слід здійснити вирівнювання ресурсного профілю ручним способом через зменшення трудовитрат за певними роботами (рис. 9).

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І
УПРАВЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЯМИ




	<input type="checkbox"/> Бухгалтер	264 г
	<i>Пошук та залученн</i>	96 г
	<i>Аналіз можливих ш</i>	64 г
	<i>Пошук та оцінка ал</i>	16 г
	<i>Моніторинг та анс</i>	56 г
	<i>Пошук можливостє</i>	32 г
	<input type="checkbox"/> Пасічник	106,4 г
	<i>Аналіз необхідного</i>	48 г
	<i>Пошук та оцінка ал</i>	16 г
	<i>Придбання інвента</i>	12 г
	<i>Вибір породи бджіл</i>	8 г
	<i>Оцінка стану та ку</i>	22,4 г
	<input type="checkbox"/> Різноробочі	104 г
	<i>Підготовчі роботи</i>	104 г
	<input type="checkbox"/> Керівник	308,8 г
	<i>Пошук ділянки</i>	16 г
	<i>Пошук та залученн</i>	96 г
	<i>Залучення коштів</i>	96 г
	<i>Реєстрація ФОП</i>	32 г

Рис. 8. Фрагмент таблиці ресурсів з роботами


	 Названня ресурса	Робота
1	<input type="checkbox"/> Інвертар для пасічника	1
	<i>Придбання інвента</i>	1
2	<input type="checkbox"/> Вулики з бджолами	1
	<i>Придбання інвента</i>	1
3	<input type="checkbox"/> Вощина	1
	<i>Придбання інвента</i>	1
4	<input type="checkbox"/> Захисний одяг	1
	<i>Придбання інвента</i>	1
5	<input type="checkbox"/> Медогонка	1
	<i>Придбання інвента</i>	1
6	<input type="checkbox"/> Бухгалтер	168 г
	<i>Аналіз можливих ш</i>	64 г
	<i>Пошук та оцінка ал</i>	16 г
	<i>Моніторинг та анс</i>	56 г
	<i>Пошук можливостє</i>	32 г
7	<input type="checkbox"/> Пасічник	106,4 г
	<i>Аналіз необхідного</i>	48 г
	<i>Пошук та оцінка ал</i>	16 г
	<i>Придбання інвента</i>	12 г
	<i>Вибір породи бджіл</i>	8 г
	<i>Оцінка стану та ку</i>	22,4 г
8	<input type="checkbox"/> Різноробочі	104 г

Рис. 9. Фрагмент таблиці ресурсів після оптимізації за ресурсами

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І
УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЯМИ

Сумарні необхідні інвестиції для проекту складають 74 476,80 грн, що значно перевищує суму доступних коштів для інвестування. Тому наступним кроком було здійснено оптимізацію проекту за вартістю. Можна змінити схему оплати ресурсів, відмінити призначення ресурсу, знизити обсяг призначення ресурсу або замінити ресурси дешевшими. Найбільш доцільним є використання останнього способу. Так, електричну медогонку було замінено механічною, за рахунок цього витрати на купівлю інвентаря скорочено, та нова вартість проекту складе 59 872,80 грн.

Після оптимізації за вартістю та ресурсами було здійснено оптимізацію за часом. Оскільки реалізація проекту займає 64 дні, то можна скоротити низку критичних робіт, які визначають тривалість всього проекту. Фрагмент списку задач після оптимізації за часом подано на рис. 10.

	Режим завдан	Ім'я	Тривалість	Початок	Завершення
0		Модель управління процесом створенн	52 днів	Пн 02.09.19	Вт 12.11.19
1		Пошук та підготовка необхідної ділянки	7 днів	Пн 02.09.19	Вт 10.09.19
2		Пошук ділянки	2 днів	Пн 02.09.19	Вт 03.09.19
3		Підготовчі роботи на ділянці	5 днів	Ср 04.09.19	Вт 10.09.19
4		Пошук та залучення коштів, необхідних для реалізації проекту	8 днів	Ср 04.09.19	Пт 13.09.19
5		Аналіз можливих шляхів отримання інвестицій	8 днів	Ср 04.09.19	Пт 13.09.19
6		Залучення коштів	3 днів	Ср 04.09.19	Пт 06.09.19
7		Отримання всіх дозвільних документів	8 днів	Пт 06.09.19	Ср 18.09.19
8		Реєстрація ФОП	8 днів	Пн 09.09.19	Ср 18.09.19

Рис. 10. Фрагмент списку задач та сумарна тривалість проекту

Загальний час пошуку та підготовки необхідної ділянки було скорочено з 15 до 7 днів за рахунок скорочення часу на підготовчі роботи на ділянці. Це є можливим із залученням ще одного робітника для виконання підготовчих робіт. Таким чином, загальну тривалість проекту скорочено до 5 днів. Вартість проекту склала 60322,80 грн.

Таким чином, проведений аналіз особливостей функціонування об'єктів малого підприємства із розташуванням в сільській місцевості, задіяних у бджільництві, дозволив побудувати комплексну модель управління проектом зі створення пасіки на території вітчизняної ОТГ, який дозволяє підвищити якість формування та ухвалення управлінських рішень.

Розроблено модель вибору оптимальної породи бджіл, яка дозволяє здійснити оцінку можливих альтернатив проекту та виконано розрахунок вартості залучених коштів. Програмна реалізація моделі проекту надала можливість оцінити тривалість кожної роботи, ресурси, що призначенні на неї, а також визначити загальні витрати, виконати систематизацію комплексу робіт та оцінити можливість оптимізації проекту за ресурсами та часом. Це є критично важливим під час оптимізації низки бізнес-процесів підприємства та їх подальшого реінжинірингу. Перспективами досліджень слід є можливість удосконалення процесів моделювання економічного стану суб'єкта господарювання за допомогою методів системної динаміки та формування комплексу рекомендації щодо подальшого розвитку підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аветисян Г. А. Разведение и содержание пчел / Г. А. Аветисян. – М.: Колос, 2014. – 320 с.
2. Бардиш Г.О. Проектний аналіз /Г.О. Бардиш; НБУ Львівський банківський ін-т. - 2-ге вид., стер. – К.: Знання, 2006. – 415 с.
3. Батенко Л. П. Управління проектами / Л. П. Батенко, О. А. Загородніх, В. В. Ліщанська. – К.: КНЕУ, 2004. – 231 с.
4. Баттрик Р. Техника принятия эффективных управленческих решений / Р. Баттрик. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 416 с.
5. Бланк И. А. Основы инвестиционного менеджмента / И. А. Бланк. – Т.1. – К.: МП «ИТЕМ», 2001. – 448 с.
6. Bogomolov A. B. Using Econometric Modeling in Likelihood Assessing of Investment Activity Risks / A. B. Bogomolov, L. A. Chagovets, V. P. Nevezhin // 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC 2018) held in Kyiv, Ukraine, 8-12 October 2018. – Pp. 266-270.
7. Верба В.А. Проектний аналіз /В.А. Верба, О.М. Гребешкова, О.В. Востряков. – К.: КНЕУ, 2002. – 297 с.
8. Дитхелм Г. Управление проектами / Г.Дитхелм. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2003. – 400 с.
9. Звонарев Н.М. Азбука эффективного пчеловодства. Организация пасеки. Содержание, разведение, болезни пчел. Продукты пчеловодства / Н.М. Звонарев. – М.: Центрполиграф, 2010. – 128 с.

10. Кредиты на развитие бизнеса в банках Украины. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.prostobiz.ua/business/developcredit>.
11. Материалы по сравнению и обзору Open Plan Professional, Primavera, Microsoft Project 2003, Spider Project. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ivn73.tripod.com/MS_Project_Primavera_Open_Plan.html
12. Матусова О. М. Розвиток малого підприємництва на селі в сучасних умовах: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук, 08.00.04: екон. та управл. підприємствами. – Х.: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2008. – 20 с.
13. Ноздріна Л. В. Управління проектами / Л. В. Ноздріна. – К.: ЦУЛ, 2010. – 432 с.
14. Підтримка та розвиток бджільництва є пріоритетами держави [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agravery.com/uk/posts/show/pidtrimka-ta-rozvitok-bdzilnictva-e-prioritetami-derzavi-seremeta>.
15. Планирование и управление с помощью Microsoft Project. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://compress.ru/article.aspx?id=17413>.
16. Породи бджіл і їх характеристики. – [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://bee.net.ua/porodi-bdzhil-i-yih-harakteristiki/>
17. «Про бджільництво» Закон України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 21, ст.157). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1492-14#Text>.
18. Смирнов В. Ваш домашний помощник. Пчелы и пчеловодство / В. Смирнов. – М.: Рипол Классик, 2012. – 576 с.
19. Тарасов Е. Я. Сезонные работы на пасеке. Календарь пчеловода / Е. Я. Тарасов. – М.: Феникс, 2014. – 386 с.
20. Управление проектами: учебник для бакалавров / А. И. Балашов, Е. М. Рогова, М. В. Тихонова, Е. А. Ткаченко; под ред. Е. М. Роговой. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 383 с.
21. Яворська Т. І. Економічна сутність малого бізнесу та його особливості в аграрному виробництві. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/4777/1/57-екон.сутність малого бізнесу.pdf](http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/4777/1/57-екон.сутність%20малого%20бізнесу.pdf).

3.6. Науково-методичний підхід до моніторингу опору персоналу організаційним змінам на підприємстві

В умовах погіршення загальноекономічних показників розвитку України, її промисловості та окремих галузей, підвищується значення здійснення своєчасних і цілеспрямованих змін. Пошук нових ідей та технологій неможливий без змін на підприємстві. Впровадження змін на підприємствах пов'язане з наявністю людського фактору, суб'єктивністю та рефлексивністю процесу сприйняття інформації та важливістю врахування таких особливостей під час формування планів організаційних змін. Це цілком природно, бо персонал дуже часто чинить опір діям керівництва, що може ускладнювати або унеможливити реалізацію нововведень. Опір організаційним змінам може бути зумовлений як недостатньою поінформованістю персоналу про сутність змін і особливостями характеру членів колективу, так і об'єктивною невиконаністю змін для персоналу (додаткове навантаження, збільшення відповідальності, необхідність додаткового навчання тощо). Прояви опору можуть бути як пасивними (зменшення продуктивності праці, відсутність ініціативи, недбалість тощо), так і активними (агітація проти змін, формування груп спротиву, відмова від виконання нових обов'язків, звільнення з роботи тощо). Прогнозування реакцій колективу на зміни ускладнюється інформаційним обміном, у ході якого авторитетні співробітники можуть навмисно чи ненавмисно впливати на думку інших членів колективу. За таких умов важливо своєчасно встановити потенційні загрози, виявити групи активної підтримки чи протидії змінам. Бажано при цьому не тільки проводити моніторинг, а й забезпечувати максимально ефективно сприйняття персоналом організаційних змін. На практиці вирішенню цієї проблеми не приділяють значної уваги, що знижує ефективність організаційних змін або навіть обмежує потенціальні можливості підприємств щодо покращення показників діяльності. Саме цим і зумовлена своєчасність та актуальність моделювання процесів мінімізації опору

персоналу організаційним змінам на підприємствах з метою прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо впровадження змін у практику господарювання. Зокрема, одним з найважливіших завдань процесів мінімізації опору персоналу організаційним змінам на підприємствах є моніторинг таких процесів на підприємствах.

Моніторинг, як спосіб відстеження динаміки певних показників з метою своєчасного реагування, реалізується при побудові систем та впровадженні практики збору, обробки та аналізу інформації. Формування системи моніторингу організаційного опору в колективі є актуальним завданням для підприємств в умовах здійснення організаційних змін і з метою контролю їх ефективності та результативності. Крім того, використання налагодженої системи моніторингу організаційного опору в колективі може виходити за рамки здійснення організаційних змін, зокрема, така система може використовуватися для відстеження настроїв у колективі, своєчасного виявлення конфліктних ситуацій, аналізу та врахування особистісних характеристик співробітників при плануванні широкого кола управлінських завдань, а також для багатьох інших цілей. Це особливо актуально з урахуванням того факту, що саме рівень підтримки з боку персоналу підприємства є найважливішою складовою при здійсненні різного роду перетворень, що висуває необхідність узгодження цілей підприємства та інтересів його працівників для забезпечення успішного здійснення організаційних змін. Успіх організаційних змін залежить від ретельного планування кожного заходу, ґрунтуючись на достовірних і точних даних про поточні настрої у колективі.

Під моніторингом організаційного опору в колективі підприємства розуміються цілеспрямовані дії, які відповідні фахівці систематично й регулярно здійснюють на основі заданого алгоритму за дорученням керівництва підприємства для оцінки рівня підтримки організаційних змін членами колективу підприємства з метою завчасного виявлення можливих проявів організаційного опору і реагування на них.

Систематична діагностика рівня підтримки організаційних змін у колективі підприємства і реагування на прояви організаційного опору є однією з основ успішного здійснення організаційних змін на підприємствах. Отже, коли ставиться мета оптимального здійснення організаційних змін, одним із пріоритетних завдань стає систематичний моніторинг організаційного опору. Однак при цьому залишається актуальною і завдання спонтанного виявлення організаційного опору (навіть поза контекстом здійснення організаційних змін), а також своєчасного, обґрунтованого та ефективного реагування на них.

Вищевикладене дозволяє сформулювати узагальнене уявлення реагування на виявлений організаційний опір або недостатній рівень підтримки в колективі (цикл, що складається з етапів виявлення, аналізу та реагування на прояви організаційного опору), яке представлено на рис. 1.



Рис. 1. Узагальнене уявлення реагування на виявлення організаційного опору на підприємстві

Джерело: розроблено автором

Як показано на рисунку, виявлення організаційного опору здійснюється з використанням запропонованої у роботі [1, 2] моделі оцінки рівня підтримки організаційних змін, після чого виконується комплексний аналіз організаційного опору (включаючи етапи аналізу причин та аналізу можливих наслідків організаційного опору). У разі необхідності здійснюється реагування, конкретні напрямки якого залежать від сукупності економічних та інших факторів – можлива або компенсація наслідків організаційного опору, або ліквідація його причин. Далі оцінюється ефективність прийнятого рішення і, якщо ефективність виявиться недостатньою, то відбувається коригування відповідних управлінських рішень.

Моніторинг організаційного опору в колективі підприємства реалізується через систематичний збір, обробку та аналіз інформації з метою поліпшення процесу прийняття рішень, пов'язаних із здійсненням організаційних змін на підприємстві. Крім того, надання такої інформації може бути корисним для інформування осіб, що приймають рішення, а також може використовуватися як інструмент зворотного зв'язку при реалізації проєктів, оцінці ефективності програм або розробці стратегічного бачення організаційних змін. Слід зазначити, що сам по собі моніторинг показників організаційної підтримки (і виявлення організаційного опору) не є самоціллю – підсумкова мета полягає у використанні отриманих під час моніторингу даних для реагування та своєчасного прийняття відповідних управлінських рішень в процесі здійснення організаційних змін.

З метою систематизації процесів оцінки рівня підтримки організаційних змін у колективі і виявлення організаційного опору доцільно зробити акцент на систематичному моніторингу рівня збалансованості – напрямку, пов'язаному з відстеженням показників рівня підтримки колективом організаційних змін. Метою моніторингу в даному контексті є своєчасне реагування на виникаючі загрози, пов'язані з проявами організаційного опору, а також на оптимізацію витрат на підтримку цільового рівня організаційної підтримки. У рамках моніторингу виконується систематична оцінка показників організаційної підтримки і, при виявленні занадто низьких її значень (сигналізують про організаційний опору), аналізуються причини

та можливі наслідки проявів організаційного опору, після чого для керівництва підприємства виробляються рекомендації, у тому числі, з використанням розроблених у представленій роботі моделей і підходів щодо підтримки прийняття управлінських рішень. В якості основи для систематизації реагування можна рекомендувати таку послідовність дій (адаптований цикл конкурентної реакції [3, с. 57-69]):

1. Виявлення низького рівня підтримки. Ідентифікація небажаної ситуації, пов'язаної з низьким рівнем підтримки організаційних змін, на основі аналізу динаміки показника організаційної підтримки. До небажаних ситуацій у даному контексті буде відноситися виявлення низького рівня організаційної підтримки, який можна класифікувати як організаційне опір, в середньому у колективі, або ж утворення стійких груп, які проявляють організаційне опір, в поєднанні з потенційно небезпечними наслідками для функціонування і розвитку підприємства у разі переходу організаційного опору в активну фазу. В даному випадку необхідно враховувати не тільки сам факт загрози організаційного опору, але і небезпечний характер його наслідків з урахуванням важливості ініціатив або змін, проти яких направлено організаційне опір.

2. Аналіз та інформування. Даний етап є необхідним для ідентифікації, а також визначення масштабу і характеру виявленої загрози організаційного опору на основі оцінки показників організаційної підтримки, а також характеру потенційних загроз, пов'язаних з організаційним опором. Результатом такого аналізу можуть бути аналітичні звіти для керівництва підприємства і всіх підрозділів, на діяльність яких може вплинути виявлена загроза і які повинні вжити заходів для її ліквідації та компенсації її наслідків. Перш за все, на даному етапі необхідно оцінити, наскільки негативні наслідки може мати виявлений організаційний опір, а також оцінити, на діяльність яких підрозділів і бізнес-процеси воно може вплинути. Усі зацікавлені підрозділи повинні бути проінформовані про результати такого аналізу.

3. Розробка реакції. Після аналізу загрози, викликаній організаційним опором, керівництво окремих підрозділів підприємства або підприємства в

цілому із залученням фахівців у сфері управління персоналом має розробити та проаналізувати (включаючи використання запропонованої у роботі економіко-математичної моделі, що дозволяє вибрати оптимальні заходи щодо підвищення організаційної підтримки) різні сценарії і варіанти управлінських рішень з реагування на виявлені загрози, у тому числі, з урахуванням можливої динаміки організаційного опору. Такі рішення будуть результатами компромісу між підвищенням рівня організаційної підтримки та мінімізацією витрат на реалізацію відповідних заходів – в різних випадках може вимагатися різний рівень підтримки, що підкреслює особливу важливість даного етапу і використання розробленої економіко-математичної моделі, що дозволяє вибрати оптимальні заходи із заздалегідь підготовленого переліку можливих варіантів.

4. Реалізація реакції. Оптимальні варіанти реагування реалізуються як у системі управління персоналом, так і у рамках окремих підрозділів і підприємства в цілому (залежно від змісту конкретних заходів) із залученням фахівців у конкретних предметних галузях та сферах.

5. Вимірювання і корекція. Після реалізації реакції очікуваним ефектом є підвищення рівня організаційної підтримки та припинення проявів організаційного опору. Для цього здійснюється подальше відстеження показників організаційної підтримки, які порівнюються з поставленими цільовими орієнтирами. Також може враховуватися зміна в результаті вжитих заходів основних господарських показників або ж показників роботи конкретних підрозділів. У разі виявлення невідповідності результатів поставленим цілям вносяться відповідні корективи (вони в міру необхідності можуть вноситися як у параметри реалізованих заходів, так і в цільові орієнтири – у разі їх завищення або заниження).

Моніторинг організаційного опору повинен бути вбудований в існуючу на підприємстві систему моніторингу (якщо вона існує, в тому числі це може бути корпоративна інформаційна система, система управління персоналом чи інша система, пов'язана з окресленим колом завдань). Найбільш оптимальним способом інтеграції науково-методичні положень щодо мінімізації організаційного опору на підприємстві в систему підтримки

прийняття рішень на підприємстві, у формі ситуаційного центру. В економічній науковій літературі [4, 5] до таких систем відносять системи, які надають користувачам можливості наочного ознайомлення з інформацією про зовнішнє середовище і, оперативного отримання звітності, аналізу поточних даних і даних за минулі періоди, прогнозування, опрацювання різних сценаріїв і ситуацій, а також вироблення рекомендацій щодо способів вирішення актуальних завдань. Класифікуються такі системи на два види: системи підготовки рекомендацій (фактично, готових рішень) та системи підготовки вихідних даних для самостійного прийняття рішень людиною.

В дослідженні під ситуаційним центром моніторингу організаційного опору розуміється АРМ (автоматизоване робоче місце) керівника або спеціаліста, призначене для відстеження показників рівня підтримки у колективі організаційних змін на основі збору даних, розробки та апробації сценаріїв, в тому числі з використанням оптимізаційних економіко-математичних моделей, оперативного аналізу проблемних ситуацій, пов'язаних з потенційною небезпекою або фактичним організаційним опором. Ситуаційний центр по своїй суті є інструментом аналітичної підтримки рішень у системі управління організаційними змінами, він дозволяє виявляти і аналізувати проблемні ситуації, пов'язані з організаційним опором, не тільки з урахуванням досвіду і суб'єктивної думки окремих фахівців, а й з використанням комплексного інструментарію аналізу ретроспективних даних і очікуваного розвитку ситуації. У процесі роботи ситуаційного центру в якості методичної основи інформаційної системи активно використовуються запропоновані в даній роботі моделі та науково-методичні підходи, зокрема, підходи до оцінки рівня організаційної підтримки та до прийняття рішень у сфері підвищення рівня організаційної підтримки на основі використання відповідних економіко-математичних моделей.

З метою мінімізації витрат часу і коштів на впровадження системи моніторингу організаційного опору, збір інформації може відбуватися з використанням діючої корпоративної автоматизованої інформаційної системи підприємства, а система моніторингу може бути реалізована у вигляді АРМ співробітників служби персоналу і конкретних підрозділів. Введена

інформація надходить до бази даних інформаційної системи, а звітти – в спеціальний модуль або окрему систему моніторингу. При такому підході система моніторингу буде програмно-організаційною надбудовою для існуючої корпоративної інформаційної системи. Це дозволить суттєво знизити витрати на її впровадження та роботу, оскільки у такому випадку не буде потрібним використання окремих систем збору, обробки та надання інформації завдяки тому, що показники, які пов'язані з оцінкою організаційного опору і відслідковуються, включаються у вже існуючу систему. Загальна схема моніторингу організаційного опору в колективі підприємства і реагування на загрози і факти організаційного опору представлена на рис. 2.

Так, система моніторингу організаційного опору в колективі підприємства складається з ряду елементів і процесів, основними з яких є:

1. Центр моніторингу організаційного опору – ситуаційний центр у рамках кадрової служби, підрозділу, в якому здійснюються організаційні зміни або ж спеціального підрозділу, відповідального за здійснення організаційних змін (у разі досить великих підприємств, де на регулярній основі здійснюються досить великі програми організаційних змін, щоб підтримувати такі підрозділи).

2. Корпоративна інформаційна система, в яку може вбудовуватися підсистема моніторингу організаційного опору в колективі підприємства і яка може використовуватися для організації введення даних, інформування конкретних відповідальних співробітників, наочного подання вихідних даних і результатів розрахунків і т.п.

3. База даних, в якій фіксується інформація про основні параметри, які відслідковуються та пов'язаних з організаційною підтримкою, включаючи наступну інформацію для кожного проекту організаційних змін і кожного колективу: перелік членів колективу; перелік організаційних змін; об'єктивна вигідність організаційних змін для кожного члена колективу; рівень підтримки організаційних змін кожним членом колективу (як початковий, так і розрахунковий – після інформаційного обміну); авторитет кожного члена колективу в очах інших членів колективу (матриця

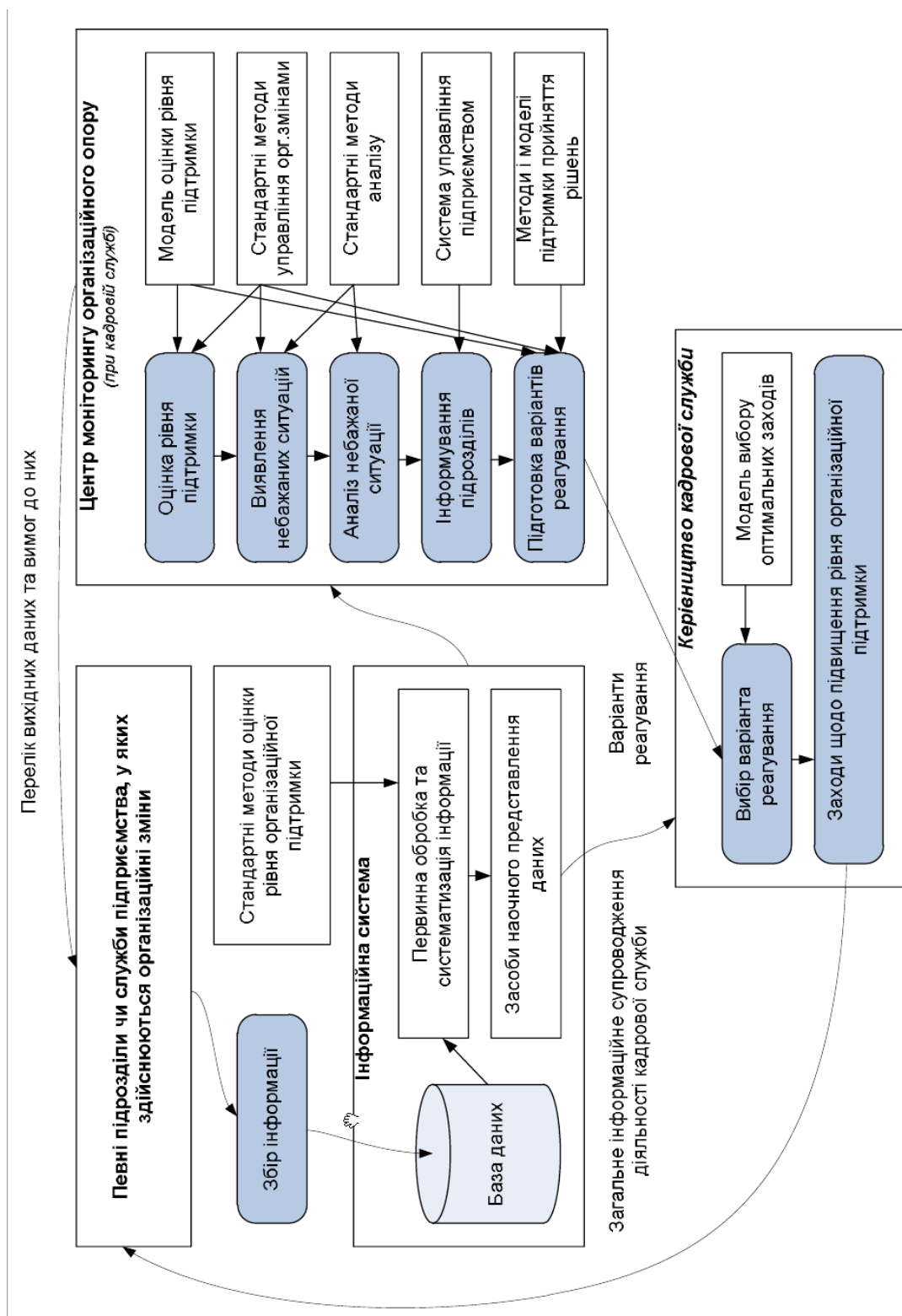


Рис. 2. Схема моніторингу організаційного опору в колективі підприємства

Джерело: розроблено автором

значень); перелік параметрів можливих заходів щодо підвищення рівня організаційної підтримки; інші дані, що залежать від конкретної сфери застосування.

4. Стандартні економічні та психологічні методи, що застосовуються для аналізу потенційних наслідків організаційного опору, первісної оцінки настроїв у колективі, економічного обґрунтування витрат на можливі заходи щодо підвищення рівня організаційної підтримки тощо.

5. Організаційні методи підтримки процесів моніторингу та реагування на виявлення проблемних ситуацій, зокрема службові інструкції, регламенти, положення, норми, звітність, правила і т.п.

6. Підсистема реагування, що включає підготовку варіантів реагування, вибір оптимального варіанту реагування (з використанням запропонованої у роботі економіко-математичної оптимізаційної моделі), а також подальший контроль ефективності та результативності заходів.

Можна виділити такі основні показники для відстеження під час здійснення моніторингу, які мають відобразити критерії мінімізації організаційного опору:

середній рівень підтримки організаційних змін або якого-небудь конкретного рішення – він повинен бути не нижче певного цільового значення показника, що відображає вирішення завдання формування в колективі певного заданого рівня підтримки, формування загального клімату, сприятливого для організаційних змін. Використовується певне порогове значення, при досягненні якого починається цикл реагування;

кількість членів колективу, які проявляють відкриту протидію здійсненню організаційних змін (тобто встановлення деякої граничної кількості членів колективу з рівнем підтримки, що є нижче заданого порогового значення). Зведення до мінімуму кількості членів колективу з укрій низьким рівнем підтримки організаційних змін на практиці направлено на мінімізацію в колективі випадків відкритого організаційного опору і на запобігання формування груп, що реалізують організаційний опір колективно або здійснюють негативний вплив на загальні настрої у колективі шляхом цілеспрямованого або спонтанного інформаційного обміну і впливу;

кількість членів колективу з високими рівнями організаційної підтримки (на рівні активного сприяння організаційним змінам) – в певних випадках стратегія здійснення організаційних змін може включати сприяння формуванню груп співробітників, які проявляють високий рівень підтримки організаційних змін та за допомогою цілеспрямованого або спонтанного інформаційного обміну та впливу підвищують рівень підтримки організаційних змін у колективі. У такому разі доцільно відслідковувати кількість співробітників з високим рівнем підтримки і підтримувати його на певному рівні;

відстеження настроїв найбільш авторитетних членів колективу. З урахуванням виявленого в цій роботі характеру інформаційного обміну між членами колективу щодо організаційних змін, необхідно відстеження не тільки загальних настроїв у колективі і окремих випадків організаційної підтримки та організаційного опору, але і відстеження настроїв найбільш авторитетних членів колективу, які мають найбільший потенціал цілеспрямованого або спонтанного інформаційного впливу на інших членів колективу. У такому випадку з'являється можливість оперативного реагування (посилення позитивних тенденцій і ослаблення або ліквідації негативних).

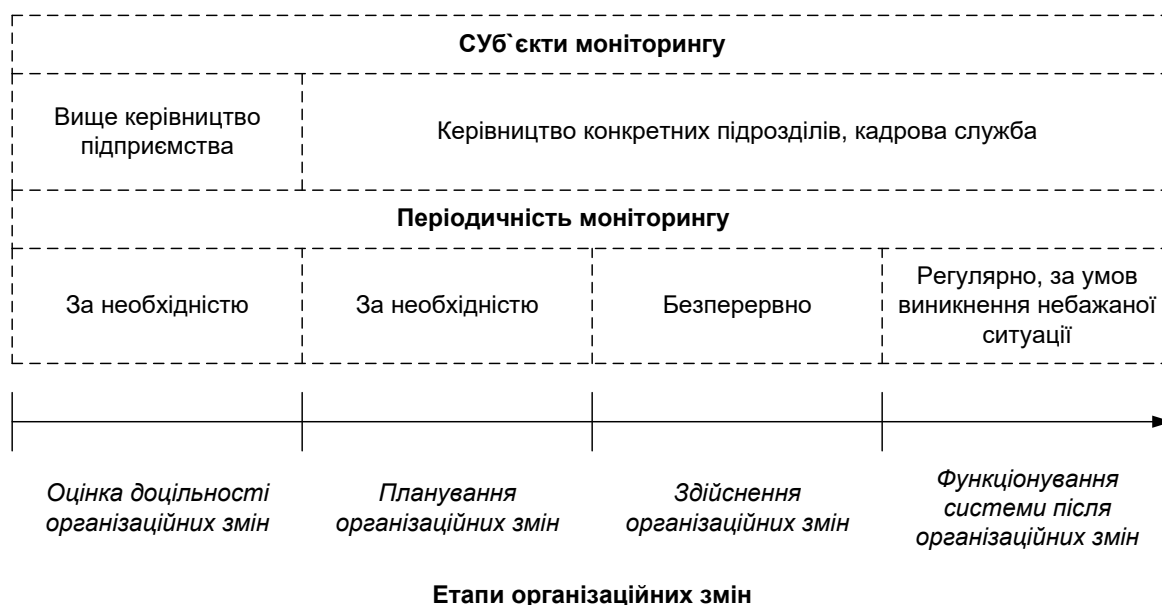


Рис. 3. Періодичність та суб'єкти моніторингу організаційного опору на різних етапах організаційних змін

Джерело: розроблено автором

Періодичність моніторингу (періодичність фіксації даних, які відслідковуються), а також суб'єкти моніторингу (основні одержувачі даних) для різних етапів організаційних змін представлено на рис. 3.

Моніторинг організаційного опору є необхідним на всіх етапах організаційних змін. На етапі оцінки доцільності організаційних змін вище керівництво підприємства повинно враховувати можливий організаційний опір і за необхідністю запитувати з системи моніторингу дані, на основі яких можна оцінити рівень підтримки організаційних змін членами колективу при різних параметрах і варіантах організаційних змін. Так, оцінки можуть показати, що організаційні зміни є недоцільними через значного організаційного опору співробітників, або, навпаки, висока організаційна підтримка дозволить здійснити більш масштабні або більш глибокі зміни. На етапі планування організаційних змін керівництво конкретних підрозділів за необхідністю запрошує з системи моніторингу дані з метою врахування потенційних загроз організаційного опору при визначенні основних параметрів процесу здійснення організаційних змін, а також включення заходів, спрямованих на підвищення підтримки організаційних змін колективом в плани проекту організаційних змін. Так, в деяких випадках може знадобитися більш ґрунтовна підготовча робота або ж певне переформатування колективу для забезпечення більш високого рівня організаційної підтримки. На етапі здійснення організаційних змін моніторинг стає безперервним, оскільки керівництву підрозділу (або відповідної фокус-групи) для оперативного реагування на загрози необхідна інформація про те, як колектив сприймає здійснювані організаційні зміни. Саме на цьому етапі організаційний опір є найбільш небезпечним, оскільки може порушувати роботу підрозділу або призвести до підвищення витрат часу і коштів на здійснення організаційних змін. Після переходу системи управління в штатний режим роботи після здійснення організаційних змін, моніторинг здійснюється регулярно або за умов виникнення проблемних ситуацій, що вимагають екстреного реагування. Незважаючи на те, що цей етап не відноситься безпосередньо до процесу здійснення організаційних змін, його ва-

жливність обумовлена необхідністю систематичного виявлення та реагування на організаційний опір (або загрозу його прояви) в колективі.

Загальне наповнення заходів з моніторингу організаційного опору виглядає наступним чином:

1. Спочатку формується система контрольних показників (у неї включаються, зокрема, показники, які використовуються в моделі оцінки рівня підтримки організаційних змін у колективі), відповідність яких цільовим значенням і буде перевірятися.

2. Розробляється регламент запиту інформації контролюючим органом (або ж конкретним фахівцем – контролером) та надання даних співробітниками, які здійснюють збір первинної інформації. Чітко прописується порядок надання інформації, а також дії відповідальних виконавців у разі порушення регламенту або невідповідності основних показників плановим.

3. Контролером у поточному режимі регулярно або за необхідністю здійснюється відвідування колективу, доступ до інформаційної системи, запити та отримання всієї необхідної інформації, а також, якщо необхідно, підготовка звітів для керівництва підприємства.

4. Отримана інформація вноситься в автоматизовану систему, обробляється, проводяться необхідні розрахунки, формуються необхідні звіти, а також формулюється експертна думка контролера про поточну ситуацію в колективі, про рівень підтримки організаційних змін, погрози організаційного опору і т.п.

5. За наявності суттєвих відхилень контролер інформує відповідальну особу або осіб (наприклад, начальника відділу, начальника кадрової служби тощо), які ініціюють реагування на небажану або кризову ситуацію відповідно за описаним вище циклом реагування, з подальшим контролем.

Крім того, контролер може виконувати ряд другорядних, але корисних для системи управління підприємством завдань: здійснювати незалежну оцінку ситуації; відстежувати вплив зовнішньої ситуації на рівень підтримки організаційних змін у колективі; надавати рекомендації щодо реагування на небажані ситуації; надавати пропозиції щодо способів стимулю-

вання персоналу, поліпшення умов праці та інших механізмів підвищення рівня організаційної підтримки та мінімізації організаційного опору.

Таким чином, розроблений науково-методичний підхід до моніторингу організаційного опору в колективі підприємства, заснований на систематичному відстеженні показників підтримки організаційних змін з подальшим реагуванням на потенційний або існуючий організаційний опір на основі аналізу причин і можливих наслідків, інформування відповідальних осіб, розробки та реалізації реакції, що дозволяє підвищити оперативність реагування на загрози організаційного опору в процесі здійснення організаційних змін.

Перспективним напрямом дослідження є реалізація представленого науково-методичного підходу до моніторингу організаційного опору в колективі на підприємствах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лепа Р.М., Сташкевич І.І. Моделювання впливу інформаційної взаємодії між членами колективу на підсумковий рівень підтримки прийняття рішень на підприємствах. Информационная экономика: этапы развития, методы управления, модели: монография. Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой. Братислава-Харьков, ВШЕМ – ХНЕУ им. С. Кузнеця, 2018. С. 95–111.
2. Лепа Р.М., Сташкевич І.І. Прийняття рішень в процесі управління мінімізацією опору персоналу організаційним змінам на підприємстві з використанням елементів стадної поведінки та рефлексивного підходу. Системный анализ и моделирование процессов управления: монография. Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Л.С. Гурьяновой. Братислава-Харьков, ВШЕМ – ХНЕУ им. С. Кузнеця, 2020. С. 95–111.
3. Kuglin В., Thielmann Н. The Practical Real-Time Enterprise: Facts and Perspectives. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2005. 549 p.
4. Левицький С.І. Інформаційні системи на підприємствах: розвиток теорії та практики: Монографія / С.І. Левицький, Р.М. Лепа, Ю.О. Коваленко та ін. НАН України. Ін-т економіки пром-ти. Д.: ООО "Юго-Восток, ЛТД", 2007. 250 с.
5. Лепа Р. Н. Ситуационный механизм принятия управленческих решений: методология, модели и методы: монография. Донецьк: ООО "Юго-Восток, ЛТД", 2006. 308 с.

3.7. Теоретичні аспекти моделювання освітньої та професійної підготовки майбутніх фахівців

Сучасна система вищої освіти є одним з основних факторів динамічного соціально-економічного розвитку України. Оновлення системи вищої освіти України вимагає подолання низки проблем, серед яких, згідно з аналізом національного інституту стратегічних досліджень, найсуттєвішими є невідповідність структури підготовки фахівців реальним потребам економіки, зниження якості освіти, відірваність вищої освіти від наукових досліджень, повільна інтеграція в європейський і світовий інтелектуальний простір [11]. Тож її модернізація має відбуватися з урахуванням актуальних світових тенденцій освіти в широкому соціокультурному контексті.

В умовах модернізації професійної підготовки фахівців у закладах вищої освіти актуальними є педагогічні дослідження, пов'язані з пошуком ефективних засобів управління навчальною діяльністю студентів із застосуванням методу моделювання. На відміну від фундаментальних наукових досліджень методи дослідження педагогічної науки «ще сильно контрастують на фоні загальних успіхів природничих і точних наук» [3, с. 4]. Завдання вчених-педагогів вбачається у тому, «щоб скоріше вивести її із стану традиційних описових рекомендацій і словесних побудов на шлях моделювання, сучасного експерименту і практичного застосування результатів» [3, с. 4].

У педагогіці моделюють як зміст навчання, так і навчальну діяльність. Для успішної практичної педагогічної діяльності майбутнім викладачам особливо необхідно навчитися створювати моделі навчання конкретних дисциплін, в якій упорядкований навчальний матеріал представлено наочно і в логічній послідовності, а також розробляти навчальні і робочі програми, структурно-логічні схеми освітньої і професійної підготовки фахівців. Навички моделювання, який є основним науковим методом пізнання, слід формувати також і у студентів, це дозволить їм узагальнювати

навчальний матеріал і представляти його у згорнутому вигляді (таблиці, схеми, формули тощо).

У наукових роботах аналізуються різні аспекти моделювання освітньої та професійної підготовки фахівців: концептуальні основи педагогічного процесу (В. Безрукова, В. Беспалько, В. Краєвський та ін.), моделювання технологій навчання (В. Беспалько, О. Пехота, Д. Чернілевський та ін.); моделювання структури особистості майбутнього фахівця (І. Зязюн, Г. Костюк, Н. Кузьміна та ін.), застосування системного, діяльнісного, особистісно орієнтованого, компетентнісного підходів як засобів педагогічного моделювання (Г. Балл, В. Сериков, І. Якиманська та ін.). Науковцями доведено, що використання методу моделювання дозволяє визначити професійні компетентності майбутніх фахівців, забезпечити професійну спрямованість педагогічного процесу завдяки обґрунтованому змісту, методам і формам навчальної діяльності, обрати відповідні технології навчання, що гарантують досягнення поставлених цілей.

Разом з цим є аспекти використання методу моделювання в освітній і професійній діяльності сучасного фахівця, які залишаються ще недостатньо вивченими. Зокрема, потребують подальшого дослідження можливості моделювання в організації процесу навчання, формуванні особистості фахівця і його професійної компетентності.

*Діяльнісний підхід до моделювання освітньої і професійної діяльності
сучасного фахівця*

Моделювання освітньої та професійної підготовки фахівців потребує застосування певних методологічних підходів. Навчальна і професійна діяльність є найважливішими для людини видами діяльності. Пріоритетним у вивченні таких складних об'єктів наукового дослідження є *діяльнісний підхід*, що ґрунтується на положенні психології про нерозривність зв'язку психіки людини з її діяльністю. Його важливість полягає в тому, що він «орієнтує дослідника не на зміст готових структур свідомості, а на процес,

у результаті якого вони виникають, і, як наслідок, приводить до глибшого розуміння їх природи [19, с. 175]».

У дослідженнях учених (П. Гальперін [6], О. Леонтьєв [16], В. Ляудіс [24] та ін.) стосовно проблеми взаємозв'язку розвитку і навчання доведено, що саме навчання, в процесі якого відбувається засвоєння людиною культурного досвіду, є фактором творчого потенціалу особистості, а також формування її соціальних, комунікативних та професійних якостей. Засвоєні нові знання, набуті вміння та навички перетворюються в її соціальний досвід; через діяльність формується її компетентність у певній сфері.

Стосовно навчальної діяльності у дослідженнях науковців доведено:

– навчальна діяльність є одним з найважливіших видів діяльності, в процесі здійснення якої відбувається навчання, виховання, соціалізація і розвиток учнів;

– це спеціально організована діяльність людей, яка спрямована на засвоєння соціально-культурного досвіду попередніх поколінь;

– особливістю навчальної діяльності є те, що вона проектується й організується педагогом, а не тим, хто навчається;

– метою і результатом навчання мають стати позитивні зміни самого суб'єкта діяльності, які виявляються у прирощенні знань, набутті вмінь і навичок, здатності здійснювати творчу діяльність, вихованні особистісних якостей, яких він може досягти у процесі виконання певних дій, спрямованих на вирішення визначених завдань;

– під час проектування педагогічного процесу учень розглядається як об'єкт впливу педагога, але у процесі здійснення навчальної діяльності він має перетворитися на її суб'єкта;

– продукти навчальної діяльності на відміну від інших видів (виробничої, художньої тощо) не відокремлюються від суб'єкта, а, навпаки, стають його невід'ємною якістю.

Діяльнісний підхід до визначення сутності педагогічного процесу у ЗВО дає змогу організувати і здійснювати навчальну діяльність відповідно до її соціальної сутності – як спільної продуктивної діяльності, побу-

дованої на основі суб'єкт-суб'єктних відносин її учасників. Умовою успішності педагогічного процесу є взаємодія його учасників, яка передбачає вияв їхньої активності, співробітництво у навчально-виховній діяльності та спілкування. Взаємодія між суб'єктами педагогічного процесу реалізується на практиці через різноманітні зв'язки: інформаційні (обмін інформацією); організаційно-діяльнісні, які виявляються у спільній діяльності; комунікативні, необхідні для педагогічного спілкування; управління і самоуправління, без яких неможливо коригування педагогічного процесу і набуття особистістю навичок саморозвитку.

Таким чином, процес навчання як спільна діяльність викладача зі студентами потребує застосування системного підходу – моделювання педагогічної системи з основними векторами: організаційним, управлінським, діалогічним. Це пов'язано з тим, що для реалізації процесу навчання необхідно його організувати (організація як вплив на особистість), управляти ним (управління як вплив на навчальну діяльність студентів), здійснювати спілкування на діалогічних засадах для передачі інформації у прямому та зворотному напрямках (комунікація як основа суб'єкт-суб'єктної взаємодії).

*Компетентнісний підхід до моделювання освітньої і професійної
діяльності сучасного фахівця*

Сучасна ситуація на ринку праці диктує необхідність підвищення рівня професійної підготовки фахівців, здатних ефективно працювати в умовах постійних змін. Особливо наголошується на важливості досягнення певного рівня компетентності, який може змінюватися в залежності від потреб особистості та від тих обставин, що складаються в процесі її трудової діяльності.

Сучасні соціально-економічні умови розвитку України зумовлюють необхідність трансформації професійного змісту вищої освіти на основі компетентнісного підходу. Рівень підготовки фахівців на традиційній основі, що передбачає передачу знань від викладача до студента, більше не

відповідає новим соціальним вимогам. Особливо це стосується фахівців, які мають справу з організаційними та управлінськими видами діяльності, що побудовані на взаємодії з іншими людьми.

На ринку праці виник попит не на самі знання, а на здатність компетентно виконувати свої функції у професійній діяльності. Основним завданням ЗВО у цих умовах є посилення практичної спрямованості, формування у студентів здатності вчитися самостійно протягом усього життя. Досвід практичної діяльності в поєднанні з навичками самостійної роботи стає джерелом постійного «кровообігу» знань, що забезпечить майбутнім фахівцям певну стабільність на ринку праці.

Модель предметної освіти, що орієнтована на збільшення рік за роком обсягу знань, прийшла у протиріччя не тільки з потребами суспільства, а й з прагненням конкретної особистості до самореалізації та саморозвитку. Компетентнісний підхід відповідає вимогам епохи постмодерна розглядати світ як відкритий простір проблем і можливостей, де не існує визначених кимось істин, однозначних рішень та однакових для всіх цінностей.

Стан речей, коли студент є об'єктом впливу викладача, є перешкодою для його самореалізації у навчальній діяльності. Студент в умовах компетентнісного підходу має стати поряд з викладачем активним суб'єктом навчальної діяльності, щоб набути необхідного суб'єктного досвіду, виробити свої методи засвоєння навчального матеріалу.

Базовими категоріями для компетентнісного підходу є поняття «компетенція» та «компетентність». Стосовно них існують протилежні точки зору: одні науковці ототожнюють ці поняття, наголошуючи на потенційній складовій поняття «компетенції» та на практичній – поняття «компетентності», інші вважають їх різними за змістом. При визначенні цих понять застосовуються такі категорії, як «здатність», «здібність», «готовність», а у професійній сфері як синоніми часто вживаються поняття «професіоналізм», «підготовленість», «кваліфікація».

На тісний взаємозв'язок між цими двома поняттями вказує І. Зимня [10, с. 63], визначаючи, що компетенції – це «внутрішні, потенційні, приховані психологічні новоутворення (знання, уявлення, програми або алгоритми дій, системи цінностей та ставлень), які потім виявляються у компетентностях людини як актуальних, діяльнісних проявах.

А. Хуторської: «Компетенція означає коло питань, в яких людина добре поінформована, має знання та досвід. Компетентна в якійсь галузі людина володіє знаннями та здібностями, що дозволяють їй мати обґрунтоване судження в цій галузі та ефективно діяти в ній [25, с. 63]».

Реформування професійної освіти на компетентнісній основі передбачає зміну підходів до формування її змісту. Концепція, запропонована В. Краєвським [14], пропонує починати не з рівня навчального предмета (як це зазвичай робиться), а із загальнотеоретичного рівня. На цьому найвищому рівні визначаються найбільш узагальнені компоненти змісту, що віддзеркалюють загальні цілі освіти, а саме: досвід пізнавальної діяльності (його результатом є знання); досвід здійснення відомих способів діяльності (результат – уміння діяти за зразком); досвід творчої діяльності (результатом є вміння прийняття рішень у проблемних ситуаціях); досвід реалізації емоційно-ціннісних відносин (результат полягає у набутті особистісних орієнтацій у всіх сферах життя).

Всі названі компоненти утворюють структуру змісту освіти й пов'язані між собою таким чином, що кожен елемент є передумовою переходу до іншого. На наступному рівні – навчального предмета – зміст конкретизується. При конструюванні змісту необхідно визначити місце та функції навчального предмета у професійній освіті. Це передбачає встановлення взаємозв'язку між дисциплінами навчального плану, що забезпечує взаємозалежність, наступність і цілісність підготовки фахівця. Рівень навчального матеріалу є третім, на якому наповнюються визначені раніше елементи змісту, специфічні для кожного предмета (тексти, вправи, завдання, тести). Наступний рівень – організація процесу навчання, що ґрунтується на взаємодії студента та викладача. На цьому рівні зміст, спроек-

тований у навчальних планах і програмах, використовується у педагогічній практиці та коригується завдяки зворотному зв'язку. На останньому рівні – структури особистості студента – зміст розглядається як результат навчання, його власний здобуток.

З погляду компетентнісного підходу, на попередніх чотирьох рівнях відбувається формування компетенцій як освітніх стандартів професійної підготовки, а п'ятий рівень віддзеркалює компетентність особистості як його психологічного новоутворення.

В умовах компетентнісного підходу на перший план виходить практичний складник змісту освіти, для якої знання є основою формування умінь, необхідних для професійної діяльності майбутнього фахівця. Предметний складник змісту не зникає, а відіграє в ньому підпорядковану, орієнтувальну роль. Компетентність виявляється як здатність діяти на основі отриманих знань з різних навчальних дисциплін. Умовою досягнення певного рівня компетентності є посилення міжпредметних зв'язків, проектування у змісті таких завдань або проблемних ситуацій, що моделюють майбутню професійну діяльність та вирішуються засобами кількох навчальних дисциплін.

Підготовка компетентного спеціаліста, який відповідає потребам сучасного ринку праці, має бути спрямована не тільки на передачу змісту освіти, а, насамперед, на формування особистісних якостей, що складають невід'ємну частину професійної компетенції. Компетентність як особистісне психологічне новоутворення створює той потенціал людини, що забезпечить її відносно стабільну працю в умовах постійних технологічних змін, здатність до набуття нових компетенцій. Формування змісту професійної освіти необхідно здійснювати на всіх рівнях (теоретичному, предметному, рівні відбору навчального матеріалу та реалізації навчального процесу) для досягнення мети підготовки фахівця з визначеними стандартами освіти рівнем компетентності.

*Системний підхід до моделювання освітньої і професійної діяльності
сучасного фахівця: педагогічна система та її компоненти*

У дослідженнях науковців-педагогів В. Безрукової [4], В. Беспалька [3], Н. Брюханової [7], Т. Дмитренко [7], В. Краєвський [13] та інших обґрунтовано, що особливістю педагогічного моделювання на відміну від природничих і технічних наук становить соціальна сутність освіти, оскільки її головними «діючими особами» є Учень і Вчитель. У працях з педагогіки доведено: предметом дослідження в галузі освіти є педагогічна система, моделювання якої необхідно для організації доцільного й продуктивного педагогічного процесу (навчання, виховання, соціалізації і розвитку Учня); об'єктом управління педагогічної системи є навчальна діяльність, здійснення якої можливе через визначення і розробку компонентів педагогічної системи (цілей, принципів, змісту, методів і форм навчання).

Безперечно, моделювання такого складного об'єкта, яким є навчальна діяльність, потребує системного підходу, що дозволяє розглянути її як цілісне явище і з усіх сторін. Основною категорією даного процесу є «модель» (лат. *modulus* – міра, зразок), що означає: схема, зображення або опис будь-якого явища або процесу в природі, суспільстві; аналог певного фрагмента природної або соціальної реальності [18].

Звернувшись до робіт філософів, визначимо основні ознаки моделі, які є одночасно її характеристиками: імітація об'єкта, що досліджується, за допомогою моделі; здатність його заміщувати; здатність надавати нову інформацію (нове знання) стосовно об'єкта; наявність визначених умов і правил побудови моделі, переходу від інформації щодо моделі до інформації стосовно об'єкта; наочність [25].

Моделювання визначається як процес розробки моделей реальних об'єктів за допомогою таких операцій мислення, як ідеалізація (заміщення реального емпіричного явища ідеалізованою схемою); абстрагування (мислене виокремлення суттєвих властивостей і зв'язків); аналогізування (від грец. *analogia* – відповідність, подібність) – перенесення знань на новий,

менш досліджень, об'єкт, результатом якого є умовивід, створення наукової гіпотези; метод дослідження реальних процесів або станів із застосуванням фізичних (в експериментальних дослідженнях) або ідеальних (знакових, абстрактних) моделей (в теоретичних дослідженнях) [20, 23].

Модель навчальної діяльності є складною соціальною системою, оскільки її суб'єктами є люди (викладачі та студенти). Модель відображає об'єкт як систему «у предметному бутті, у статиці, тимчасово відвертаючись від динамізму її реального існування, тому що лише при такій «зупинці» пізнання є здатним охопити, описати, змодельювати склад даної системи» [12, с. 20].

Система (від грецького – поєднання, утворення) розглядається як сукупність певних елементів, між якими існує закономірний зв'язок або взаємодія. Якісні характеристики цих елементів складають зміст системи, сукупність закономірних зв'язків між елементами – внутрішню форму або структуру» [18, 20]. Найважливішими ознаками системи є її внутрішня розчленованість і функціональна цілісність.

Побудова моделі педагогічної системи з метою засвоєння студентами певного об'єкта реальної дійсності потребує вирішення таких завдань: встановлення взаємозв'язків між компонентами педагогічної системи (внутрішні зв'язки); встановлення її параметрів при функціонуванні й представлення їх у кількісному та якісному вимірі, створення умов для успішного функціонування у зовнішньому середовищі (аналіз зовнішніх зв'язків); визначення форм управління нею і методи корекції її функціонування (зворотний зв'язок).

Педагогічна система характеризується такими ознаками: відкритість (взаємодія із зовнішнім середовищем, що зумовлює постійні зміни, переходи із одного стану в інший під впливом зовнішніх обставин і внутрішніх причин; динамічність; цілеспрямованість; здатність до розвитку; управління.

Важливим для викладачів є усвідомлення того, що будь-яка педагогічна система знаходиться під впливом соціальної системи, її функціону-

вання і безперервний розвиток зумовлює необхідність постійного внесення корективів у її компоненти. Педагогічна система ВНЗ освітньої і професійної підготовки є складником системи вищого рівня (держави, навчального закладу), має забезпечувати реалізацію суспільно значущої мети підготовки сучасного фахівця. Ієрархічність педагогічної системи виявляється в тому, що вона завдяки своїй цілісності може відтворюватися і на нижчих рівнях (кафедри, конкретної дисципліни, кожного викладача і студента).

Якщо на рівні держави система вищої освіти має задовольнити потреби суспільства у компетентних і всебічно розвинених фахівцях, виховати гідного громадянина України, то метою ЗВО є підготовка соціально зрілого фахівця до професійної або наукової діяльності, на рівні навчальної дисципліни відбувається конкретизація цілей з урахуванням її специфіки, на рівні навчального матеріалу деталізуються цілі засвоєння навчального матеріалу (модуля, теми, завдання тощо). У цьому зв'язку кожному викладачу важливо усвідомлювати необхідність урахування цілей не тільки знаннєвої парадигми, а й гуманістичної і культурологічної, згідно з якими у ЗВО запроваджується студентоцентроване навчання.

Структура педагогічної системи конкретної дисципліни має відображати взаємопов'язану сукупність інваріантних елементів, а саме: студенти та викладачі, цілі, педагогічні принципи, зміст навчання і виховання, методи та форми спільної діяльності (рис. 1). Між суб'єктами педагогічного процесу, що відбувається в межах створеної педагогічної системи, існує прямий і зворотний зв'язки, за допомогою яких здійснюється управління навчальною діяльністю студентів та її коригування з метою досягнення бажаного результату [7].

У дослідженнях В. Беспалька [3], Т. Дмитренко [7] та інших виявлено закономірності розташування компонентів у педагогічній системі та зв'язки між ними: створення педагогічної системи розпочинається з визначення і обґрунтування мети (цілей) її функціонування; на основі визначеної системи педагогічних принципів, якими керується викладач в її реалізації, здійснюється вибір змісту, а потім методів і форм його засвоєння.

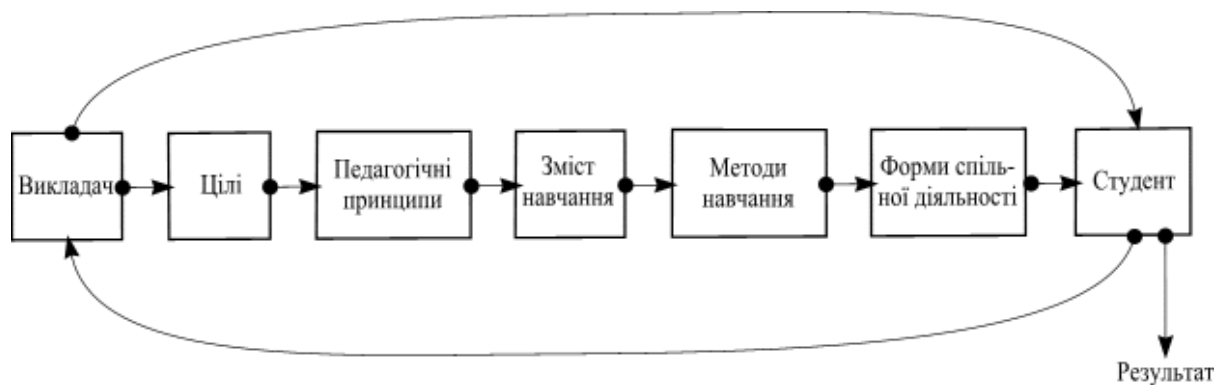


Рис. 1. Структурно-функціональна модель педагогічної системи

При визначенні мети педагогічної системи будь-якого рівня слід усвідомлювати, що мета має відповідати таким критеріям: ієрархічність (можливість декомпозиції основної мети на компоненти, що складають її сутність), діагностичність (можливість вимірювання рівня досягнення студентами запланованих результатів: якості знань, умінь), технологічність (застосування доцільної педагогічної технології навчання, дотримання всіх етапів процесу засвоєння знань).

Містком, що з'єднує теоретичні уявлення з практикою, є принципи навчання. Принцип (від лат. *principium* – начало, основа) є вихідним положенням будь-якої теорії, вчення, наукового дослідження, світогляду людини. Педагогічні принципи відіграють ключову роль в організації і реалізації педагогічного процесу, оскільки визначають характер і стиль діяльності педагога, зміст, методи і форми навчальної діяльності, регулюють протікання педагогічного процесу. Їх можна розглядати як ціннісні орієнтири і настанови, що відтворюють смисл, зміст і способи доцільної педагогічної діяльності, яка приводить до підвищення ефективності педагогічного процесу.

Основними принципами освітньої і професійної підготовки фахівця є принцип гуманізації освіти, науковості і професійної спрямованості. Посилення професійної спрямованості студентів можна досягти за умови, якщо в навчальній діяльності враховувати їх потреби, інтереси, нахили тощо; забезпечити посилення міжпредметних зв'язків; активізувати пізнавальну активність студентів завдяки актуальному і цікавому за змістом навчаль-

ному матеріалу; використовувати методи і форми навчання, які моделюють ситуації професійної діяльності.

Особливо ретельного моделювання потребує змістовий аспект освітньої і професійної підготовки сучасного фахівця. Зміст – основний елемент педагогічної системи. Науковці (В. Безрукова [4], В. Ледньов [15] та ін.) визначають його таким чином як частину суспільного досвіду поколінь, що відбирається відповідно до поставленої мети розвитку людини і у вигляді інформації передається їй.

Відповідно до структури поняття «досвід» зміст освіти (і професійної, зокрема) має складатися з таких елементів: досвіду діяльності з пізнання навколишнього світу, результатом якої є знання; досвіду репродуктивної діяльності, мета якої полягає у набутті досвіду здійснення способів діяльності, що мають перетворитися у навички та вміння; досвіду творчої діяльності, необхідної для вирішення проблемних ситуацій, творчих завдань тощо; досвіду емоційно-ціннісного ставлення до навколишнього світу, до себе і людей. Цілісність змісту (І. Лернер [17]), що є аналогом категорії досвіду, виявляється у діалектичному взаємозв'язку його елементів.

При визначенні змісту необхідно враховувати різноманітні ресурсні обмеження, а саме такі: інтелектуальні (відповідність рівня складності змісту навчального матеріалу реальним навчальним можливостям студентів); часові (обсяг змісту – кількості навчальних годин, виділених на його засвоєння); матеріальні (навчально-методичне та технічне забезпечення педагогічного процесу) та інші.

Методи, організаційні форми, дидактичні засоби навчання визначаються цілями і змістом освіти. *Методи* як впорядковані способи взаємопов'язаної діяльності педагога й тих, хто навчається, спрямовано на розв'язання навчальних завдань. Вони є ланкою, яка пов'язує спроектовану мету навчання і його кінцевий результат. Оскільки метод – це спосіб діяльності, то система методів навчання має охоплювати всі аспекти педагогічного впливу на навчання.

У процесі відбору методів навчання необхідно враховувати їх можливості реалізувати поставлену мету й завдання кожного з етапів навчання; відповідність методів до специфіки навчального предмета, змісту й форм організації навчання; особливості студентів (вік, рівень підготовки), майстерність викладача (досвід, рівень підготовки, знання типових ситуацій); час, відведений на засвоєння матеріалу.

За класифікацією І. Лернера [17], що розроблена за рівнем самостійної діяльності студентів, існують пояснювально-ілюстративний, репродуктивний методи, метод проблемного викладання, евристичний, дослідницький.

Пояснювально-ілюстративний метод передбачає досягнення мети через продукування готової інформації, пояснення та ілюстрування словом, зображенням, дією. Репродуктивний метод базується на інформаційно-рецептивному. Студенти виконують завдання на відтворення дій, засвоєних на основі використання інформаційно-рецептивного метода. Цей метод реалізується через систему вправ: усне відтворення знань, репродуктивна бесіда, розв'язання типових завдань, репродукування мовних моделей. Таке репродукування способів дій відбувається за зразком у варіативних, але типових ситуаціях.

Інформаційно-рецептивний і репродуктивний методи є умовою успішного виконання творчої діяльності, оскільки потребує від студентів творчого пошуку нових знань, способів і дій. Евристичний (частково-пошуковий) метод передбачає поелементне засвоєння досвіду творчої діяльності, оволодіння окремими етапами розв'язання проблемних завдань (з боку студентів) і часткове роз'яснення нового матеріалу в поєднанні з проблемними запитаннями й пізнавальними завданнями або експериментами (з боку викладача), зокрема із застосуванням методу «мозкового штурму». Дослідницький метод націлює викладача на стимулювання студентів до самостійної роботи із збирання фактів та професійної інформації, їх систематизації та аналізу. Важливо, що під час роботи студенти вчаться форму-

лювати гіпотези, використовують аналогії, відшукувати й обґрунтовувати отримані результати.

Моделювання професійної діяльності майбутнього фахівця

Професійна діяльність – це соціально значуща діяльність, виконання якої потребує спеціальних знань, умінь та навичок, а також професійно зумовлених якостей особистості [8]. Прагнення відповідати характеру своєї професійної діяльності потребує від людини формування певних особистісних якостей, таких як критичність мислення, креативність, самостійність, активність тощо. Обов'язковим складником компетентності фахівця є не тільки засвоєні знання зі спеціальності, набуті навички та вміння, а й моральність, яка забезпечує дотримання ним визначених морально-етичних норм.

Педагогічна система освітньо-професійної підготовки фахівців конкретного напрямку має відтворювати особливості їхньої професійної діяльності. Основою для її розробки є державний стандарт освіти, в якому описано модель фахівця як певний ідеал, що відображає комплексну систему його професійних компетентностей та особистісних характеристик (знання, вміння та навички, професійні та особистісні якості, типові завдання і ситуації професійної діяльності тощо). Модель фахівця характеризує рівень його підготовки до ефективного виконання професійної діяльності, відносин у соціальному середовищі (відповідальність, моральність, взаємовідносини з колегами та іншими людьми).

У роботах науковців О. Смирнової [21], В. Соколова [22] та інших визначено вимоги до особистості фахівця та вимоги до його професійної діяльності. Представимо модель професійної підготовки фахівця, що складається з двох частин: моделі формування особистості; моделі формування професійної діяльності (див. табл. 1).

В основу моделі підготовки фахівців необхідно покладено категорію професійної діяльності. Її основними характеристиками є: проблеми (завдання), які має вирішувати фахівець; шляхи, способи або прийоми, за до-

помогою яких вирішуються визначені завдання; функції фахівця (узагальнені характеристики його основних професійних обов'язків); знання теоретичного або прикладного характеру, якими оперує у своїй діяльності фахівець; вміння та навички, що сприяють досягненню бажаних результатів; особистісні якості фахівця, які забезпечують успішність його дій в обраній галузі; ціннісні орієнтації та настанови особистості, необхідні для здійснення професійної діяльності.

Таблиця 1

Складники професійної підготовки фахівця

Особистісні аспекти	Характеристики професійної діяльності
<ul style="list-style-type: none"> – рівень професійної компетентності (знання, вміння, навички) – особистісні якості та здібності – світогляд, ціннісні орієнтації в світі – психологічні, соціокультурні властивості та особливості 	<ul style="list-style-type: none"> – функції фахівця – проблеми (завдання) – рівень діяльності – види діяльності – технології, способи діяльності

Модель професійної діяльності фахівця, таким чином, дозволяє визначити перелік навчальних дисциплін і запропонувати логічну структуру їх вивчення, розробити навчальний план відповідної спеціальності, що містить нормативні дисципліни, обсяг і форми вивчення яких затверджуються галузевими стандартами вищої освіти, та варіативні дисципліни, обсяг і форми вивчення яких затверджує сам вищий навчальний заклад. На цій основі моделюється зміст і обсяг вивчення кожної навчальної дисципліни, розробляються конкретні дидактичні засоби освітньої та професійної підготовки.

Таким чином, призначення моделі професійної діяльності фахівця полягає у забезпеченні науково обґрунтованого вибору змісту професійної освіти, особистісного розвитку майбутнього фахівця, що дозволяло б йому успішно виконувати завдання і функції на роботі.

*Моделювання педагогічної технології підготовки фахівців,
характеристика її етапів*

Функціонування педагогічної системи забезпечується через відповідну технологію навчання, методи і форми навчальної діяльності студентів. Підкреслимо, що навчальна діяльність є багатовимірним процесом, що потребує організації, управління і спілкування її суб'єктів (організація педагогічного процесу необхідна для здійснення запланованого впливу на особистість студента, управління – на його навчальну діяльність, спілкування на діалогічних засадах – для взаємного обміну інформацією, емоціями й духовними цінностями між її учасниками).

Тож моделювання педагогічної технології потребує від викладача обізнаності щодо способів і методів її реалізації, поінформованості стосовно оптимального використання у певному процесі навчальної інформації, а також відносно засобів управління навчальною діяльністю студентів і діагностики її ефективності.

Ґрунтуючись на дослідженнях учених (Г. Атанов [1], Ю. Бабанський [2], В. Беспалька [3], Т. Дмитренко [7], Н. Щуркова [27] та ін.) щодо сутності і функцій педагогічних технологій, виокремлено основні теоретичні положення, важливі для проектування технології:

мета реалізації інноваційного педагогічного процесу полягає в оптимальному управлінні навчальною діяльністю студентів, що забезпечує їхній безперервний особистісний розвиток;

результатом реалізації педагогічної технології є засвоєння студентами змісту освіти, а значить – соціокультурного досвіду людства в сфері професійної діяльності;

впровадження педагогічних технологій здійснюється завдяки застосуванню дидактичних засобів, які уможливають управління навчальною діяльністю студентів з боку педагога на різних рівнях (пряме управління, співуправління, самоуправління).

Майстерність викладача виявляється у розробці доцільних дидактичних засобів навчання (завдання, вправи, тести тощо), які є засобами управ-

ління навчальною діяльністю студентів. За допомогою прямого зв'язку викладач здійснює безпосереднє управління навчальною діяльністю студентів, на основі зворотного зв'язку викладач отримує інформацію щодо реакцій студентів на його педагогічний вплив, таким чином забезпечує коригування компонентів педагогічної системи з метою досягнення бажаного результату.

Завдання викладача полягає в тому, щоб вивести студента з безпосереднього впливу (прямого управління) через співуправління на самоуправління своєю навчальною діяльністю. Змодельована педагогічна система має сприяти особистісному розвитку студента, забезпечувати індивідуалізацію процесу навчання.

Ефективне управління педагогічним процесом здійснюється через упровадження педагогічних технологій, що ґрунтуються на концепції поетапного засвоєння знань і формування понять, на основі застосування адекватних до поставлених цілей дидактичних засобів. Для інноваційної педагогічної практики вкрай важливо, щоб навчання було особистісно орієнтованим. Ознаками особистісно орієнтованих педагогічних технологій є: контекстуальність (особистісно розвивальна ситуація виникає тоді, коли навчальні матеріали торкаються якоїсь значущої для особистості смислової сфери); діалогічність, що допомагає їй відшукувати свої цінності та смисли і усвідомлювати їх під час комунікації з іншими учасниками навчальної взаємодії в атмосфері відкритості, вільного обміну думками та емоціями; імітативність (засвоєння змісту відбувається шляхом «програвання» особистісно значущих ситуацій, що дозволяє людині набувати індивідуальний досвід діяльності в подібній життєвій ситуації).

Важливою є позиція В. Беспалька [3], який розуміє педагогічну технологію як систематичне та послідовне втілення на практиці заздалегідь спроектованого навчально-виховного процесу. Тож основу будь-якої технології складає системний підхід, що забезпечує її відтворюваність і заплановану ефективність. Педагогічна технологія передбачає систему послідовних, взаємопов'язаних дій педагога, спрямованих на вирішення педа-

гогічних завдань, на планомірне втілення на практиці наперед спроектованої педагогічної системи.

Таким чином, педагогічну технологію можна розглядати як системний метод організації та реалізації процесу засвоєння знань із урахуванням технологічних і людських ресурсів у їх взаємодії, який ставить своїм завданням оптимізацію освіти. Технологічний підхід до навчання полягає в тому, щоб зробити його повністю керованим.

У працях науковців (В. Беспалько [3], Т. Дмитренко [7], П. Гальперіна [7], В. Ляудіс [24] та ін.) доведено положення про те, що педагогічна технологія має ґрунтуватися на об'єктивних психологічних закономірностях засвоєння людиною знань і формування понять. Навчальна діяльність, як і будь-який вид діяльності, поділяється на інваріантні етапи (орієнтування, пізнання, перетворення, рефлексія з подальшим коригуванням отриманих результатів). Тож для досягнення поставленої мети необхідно застосовувати інваріантну технологію і дотримуватися всіх зазначених етапів її реалізації. Це забезпечить досягнення цілей кожного етапу педагогічної технології: орієнтувального – визначення у студентів рівня знань і умінь щодо об'єкта пізнання, наявності мотивації до його вивчення, формулювання проблеми і завдань навчальної діяльності; пізнавального – всебічне дослідження об'єкта пізнання, побудова його моделі; перетворювального – творче застосування отриманої інформації з метою визначення характеристик об'єкта вивчення; рефлексивно-коригувального – порівняння отриманих результатів із запланованими, усвідомлення важливості засвоєних знань, набутих умінь, необхідності уточнення характеристик об'єкта пізнання.

З урахуванням особливостей навчальної діяльності можна виокремити етапи інваріантної технології: мотиваційно-цільовий, пізнавальний, діяльнісний, ціннісно-рефлексивний. Визначимо й опишемо цілі кожного з етапів (див. табл. 2).

Цілі педагогічної технології

Етапи	Педагогічні цілі
1. Мотиваційно-цільовий	Формування позитивної пізнавальної мотивації до вивчення навчального матеріалу; виявлення наявного досвіду; активізація наявних знань стосовно об'єкта вивчення; виявлення разом зі студентами «прогалін» у їхніх знаннях щодо об'єкта пізнання
2. Пізнавальний	Усебічне вивчення об'єкта пізнання; визначення сутнісних характеристик об'єкта, розробка його моделі; засвоєння і активізації вербальних (невербальних) засобів
3. Діяльнісний	Уточнення характеристик об'єкта вивчення під час практичного використання засвоєних знань на евристичному та творчому рівнях
4. Ціннісно-рефлексивний	Співставлення отриманих результатів з цілями навчальної діяльності та їх коригування; усвідомлення студентами цінності набутого досвіду; накреслення шляхів подальшого його розширення

На мотиваційно-цільовому етапі здійснюється орієнтація учасників педагогічного процесу (як студентів, так і викладача) в умовах навчальної діяльності, формулювання проблем і шляхів її розв'язання. На цьому етапі для викладача існує високий ступінь невизначеності стосовно рівня наявних знань та умінь студентів, мотивації до об'єкта вивчення. «Зріз» вихідних знань дозволяє йому встановити рівень мотивації студентів, їхню психологічну та інтелектуальну готовність до навчальної діяльності, рівень знань і умінь, розумові здібності й особистісні якості, а після цього визначити педагогічні цілі і критерії та засоби діагностики результатів. У цих умовах викладач змушений витратити певний час для того, щоб студенти усвідомили необхідність та можливість вивчення навчального матеріалу, зрозуміли технологію засвоєння знань, визначились щодо способів роботи над навчальним матеріалом.

На цьому етапі викладач може застосувати такі наукові методи діагностики, як анкетування, спостереження за діяльністю студентів під час виконання навчальних завдань з подальшим аналізом їх результатів, вимірювальні тести для визначення рівня засвоєння знань та інші.

Мотиваційно-цільовий етап є необхідним для формування позитивної мотивації у студентів. Поняттям «мотивація» у психолого-педагогічній літературі визначається як процес, у результаті якого будь-яка діяльність набуває для індивіда певного особистісного смислу, забезпечує його інтерес до неї і перетворює зовнішньо визначені цілі діяльності на його внутрішні потреби.

Мотиваційно-цільовий дозволяє швидко включити студентів у навчально-пізнавальну діяльність. Цілями викладача є такі: викликати інтерес до навчального матеріалу (теми або тексту) і сформуванню позитивну мотивацію до його вивчення; ввести в тематику / проблематику заняття; пов'язати матеріал, що вивчається, з наявними знаннями, вміннями, життєвим досвідом студентів, подолати таким чином мовно-мисленнєві бар'єри у засвоєнні нової навчальної інформації; виявити рівень іншомовної комунікативної діяльності; створити сприятливу атмосферу для спілкування і взаємодії учасників педагогічного процесу.

Результатом даного етапу і необхідною умовою досягнення ефективності педагогічного процесу є спільне зі студентами визначення цілей професійної підготовки. Участь студентів у цілепокладанні сприяє тому, що цілі навчання, які задаються суспільством або викладачем ззовні, перетворюються у їхні власні, особисті цілі. Для мотиваційно-цільового етапу характерним є переважно пряме управління навчальною діяльністю студентів з боку викладача, який орієнтує їх у новому навчальному матеріалі.

Методи і прийоми мотиваційно-цільового етапу мають спрямовуватися на стимулювання студентів до вивчення певного об'єкта й активізацію їхньої навчально-пізнавальної діяльності. Такими методами, випробуваними на практиці, виявилися «мозкова атака», «генерація ідей», асоціограма, «круглий стіл» та інші.

Метою пізнавального етапу є розроблення моделі об'єкта пізнання; визначення сутнісних характеристик об'єкта та його моделі. Основними завданнями викладача на цьому етапі є виявлення протиріч між потребами студентів щодо рівня засвоєння знань, сформованості необхідних умінь і їх наявним рівнем, а також спільне з ними формулювання проблеми і розроб-

лення моделі об'єкта вивчення. На пізнавальному етапі студентам необхідно засвоїти нову інформацію стосовно об'єкта, що вивчається, для подальшого їх використання в процесі вирішення практичних завдань особистого та професійного характеру. Отже, результатом даного етапу є розвиток когнітивної сфери студентів за рахунок введення нової навчальної інформації, удосконалення умінь використання нової тематики, формування суб'єктних якостей особистості, вироблення стратегії творчого застосування здобутих знань у нових умовах навчальної діяльності. Характерним для цього етапу є співуправління студентів.

Характерними для даного етапу є інформаційно-рецептивні методи, репродуктивні й евристичні методи, методи проблемного викладу матеріалу. Серед організаційних форм пріоритетними є групові форми навчання студентів, зокрема: проблемна лекція, лекція-консультація, лекція-відповідь, семінар-діалог, практичні заняття, тренінги.

Метою діяльнісного етапу є уточнення характеристик об'єкта вивчення, детальне засвоєння нової тематичної інформації, активізація введеного матеріалу стосовно об'єкта вивчення. На цьому етапі відбувається практичне використання засвоєних знань у проблемних ситуаціях професійної діяльності. Основними дидактичними засобами на даному етапі є система творчих завдань, спрямована на розвиток продуктивної діяльності і формування відповідних умінь. Для діяльнісного етапу характерним є самоуправління студентів, які здатні самостійно і творчо вирішувати завдання в складних і змінених умовах.

Доцільними для застосування методами і прийомами діяльнісного етапу педагогічної технології виявились імітаційні (ділові рольові ігри), кейс-стаді (критичний аналіз реальної ситуації на роботі та моделювання ситуацій майбутньої професійної діяльності), колективні обговорення (дебати, мозковий штурм, круглий стіл, конференції); методи проблемного навчання (розв'язання дилем, професійних проблем) тощо. Такі методи дозволяють відтворювати умови професійної діяльності майбутніх фахівців, що сприяє апроксимації їх професійних функцій.

На ціннісно-рефлексивному етапі відбувається порівняння отриманих результатів з цілями, сформульованими на початку навчальної діяльності. Рефлексія (лат. reflexio – звернення назад, відображення) розглядається як мисленнєвий процес, спрямований на аналіз, розуміння, усвідомлення себе (своїх дій, поведінки, мовлення, засвоєних знань, сформованих умінь, набутого досвіду, а також почуттів, станів, здібностей, характеру, ставлення до інших і відносин з ними, власних завдань). У процесі засвоєння навчальної інформації і набуття досвіду у студентів формується емоційно-ціннісне ставлення до навколишнього світу, своєї професії, інших людей і самого себе.

Ціннісно-рефлексивний етап пов'язаний з розвитком особистісно-професійних якостей, зокрема з відповідальним ставленням до результатів індивідуальної і спільної діяльності у професійних ситуаціях, а також із формуванням здатності до рефлексивного аналізу сформованих умінь професійної діяльності і здатності до саморозвитку.

Інформацію щодо досягнутих результатів навчальної діяльності педагоги отримують завдяки постійному спостереженню за нею і її вимірюванню. Поточний, проміжний і підсумковий контроль надає викладачу інформацію щодо стану навченості й вихованості студентів. Контрольно-оцінювальна діяльність є важливою як для викладача, так і для студента, оскільки формує у них звичку до самоконтролю, самооцінювання і самокорекції своєї діяльності.

Таким чином, на кожному етапі педагогічної технології відбувається поступове засвоєння студентами навчального матеріалу, формуються наукові поняття і дії, необхідні для становлення наукового мислення майбутніх фахівців.

Застосування педагогічної технології у професійній освіті передбачає виконання педагогом сукупності дій, які визначають операційний бік навчання. До них належать такі: цілепокладання, декомпозиція основної мети, постановка конкретних завдань, виокремлення принципів їх досягнення, опис результативних характеристик, аналіз вихідного стану системи «викладач – студент», аналіз наявних і визначення необхідних для досягнення

бажаних результатів засобів навчання, розроблення алгоритму управління навчальною діяльністю, планування корекційних засобів управління, форми поточного і підсумкового контролю. Отже, зусилля викладача мають бути спрямовані на створення, організацію і упорядкування зовнішніх умов, необхідних для успішного навчання.

Головною організаційно-педагогічною умовою, визначеною в нормативних документах у сфері освіти, є впровадження студентоцентрованого навчання. Переваги організації освітнього процесу на засадах особистісно орієнтованої концепції навчання у порівнянні з традиційним, знаннево орієнтованим навчанням можна розкрити такими положеннями:

якщо предметом проектування технології за традиційним навчанням є фрагмент змісту освіти (навчальний матеріал) і методи його засвоєння, то за умови особистісно орієнтованого навчання – максимально наближені до життя типові ситуації повсякденної і професійної діяльності;

процес проектування особистісно орієнтованого навчання є спільною діяльністю педагога і студентів; діалог між ними не є штучно створеною формою комунікації, а звичайним способом їхніх взаємин;

в особистісно орієнтованому навчанні змінюється роль педагога на фасилітатора і модератора навчання, для своїх учнів він потрібен як особистість з багатим внутрішнім світом і досвідом, який він прагне їм передати.

Таким чином, ознаками особистісно орієнтованої технології яких є:

контекстуальність (особистісно розвивальна ситуація виникає тоді, коли навчальні матеріали торкаються якоїсь значущої для особистості смислової сфери);

діалогічність, що допомагає їй відшукувати свої цінності та смисли і усвідомлювати їх під час комунікації з іншими учасниками навчальної взаємодії в атмосфері відкритості, вільного обміну думками та емоціями;

імітативність (засвоєння змісту відбувається шляхом «програвання» особистісно значущих ситуацій, що дозволяє людині набувати досвід у ситуаціях професійної діяльності або повсякденному житті).

Отже, особистісно орієнтований підхід сприяє формуванню у студентів умінь, яких вони потребують для життя і професійної діяльності в

умовах сучасного світу. Найважливішими серед них, на нашу думку, є такі: планувати свою діяльність, прогнозувати й оцінювати її результати; самостійно здобувати і творчо використовувати отримані знання; самостійно і «в команді» приймати відповідальні рішення, активно і творчо втілювати їх в життя; будувати з іншими людьми суб'єкт-суб'єктні стосунки (відносини співробітництва і підтримки).

Організація особистісно орієнтованого навчання в більшості ВНЗ України потребує корінної перебудови стосунків між учасниками педагогічного процесу (викладачем і студентами), введення нових організаційних форм навчальної діяльності, які спонукають студентів до творчого використання знань. За таких умов студент набуває досвід використання теоретичних знань, пошуку способів вирішення пізнавальних і практичних завдань, здійснення творчої діяльності. Набутий під час навчання у ВНЗ досвід виконання таких притаманних особистості специфічних функцій, як соціальна відповідальність, вибірковість, рефлексія, визначення смислу, самореалізація тощо, є основою метадіяльності, яка необхідна людині для здійснення будь-якого виду діяльності.

Проектування педагогічних технологій – це, за своєю сутністю, науково-дослідницька діяльність викладача, що ґрунтується на співставленні традиційних та інноваційних підходів, полягає в поєднанні їх переваг, осмисленні принципів педагогічної діяльності, визначенні оптимальних дидактичних умов (розроблення педагогічної системи і дидактичних засобів управління діяльністю студентів). Вони мають забезпечити максимальну реалізацію творчого потенціалу студентів і таким чином досягати найвищого продуктивного рівня навчання.

Висновки

Моделювання є важливим методом педагогічного пізнання, що дозволяє виявити закономірності навчальної діяльності, усвідомлення яких є необхідним для організації і реалізації педагогічного процесу на наукових засадах.

Модель педагогічного об'єкта є одним із засобів наукового дослідження. Для наукового вивчення педагогічного об'єкта (наприклад, формування професійних компетентностей майбутніх фахівців засобами конкретної дисципліни) необхідно визначити методологічні підходи, на яких буде будуватися процес освітньої і професійної підготовки (випробуваними виявились діяльнісний, компетентнісний, системний підходи); спроектувати відповідну педагогічну систему, проаналізувати й обґрунтувати її компоненти (цілі, педагогічні принципи, зміст освітньої і професійної підготовки, методи й організаційні форми навчальної діяльності) та зв'язки між ними; визначити умови для її успішного функціонування; розробити відповідну педагогічну технологію і дидактичні засоби управління навчальною діяльністю студентів на кожному з її етапів.

Педагогічна технологія освітньої і професійної підготовки фахівця є соціальною за своєю сутністю; вона має відображати інваріантні етапи діяльності людини із засвоєння навчальної інформації і формування наукових понять (етапи орієнтування, пізнання об'єкта вивчення, його перетворення й оцінювання). Реалізація спроектованої технології має створювати оптимальні психолого-педагогічні умови для набуття професійних компетентностей, інтелектуального та духовного зростання особистості фахівця, розвитку навичок соціальної взаємодії у вирішенні особистісних і професійних проблем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атанов Г. А. Деятельностный подход в обучении. Донецк : ЕАИ-пресс, 2001. 160 с.
2. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса. М.: Просвещение, 1982. 192 с.
3. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. (Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем). Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1977. 304 с.
4. Безрукова В. С. Педагогика. Проективная педагогика. Екатеринбург: Деловая книга, 1996. 342 с.
5. Брюханова Н.О. Особливості моделювання професійної підготовки фахівців. Професійна освіта: методологія, теорія та технології. Переяслав-Хмельницький держ. пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди. 2015. № 2. С. 21-34.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

6. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследование мышления в советской психологии. М. : Наука, 1966. С. 236–277.
7. Дмитренко Т.О. Навчання як процес управління (Дидактичні основи): Конспект лекцій. Харків: ХПП, 1993. 64 с.
8. Зеер Э. Ф. Психология профессий : учеб. пособ. для студ. вузов. М. : Академ. проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2003. 336 с.
9. Зеер Э.Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностый подход: учеб. пособие / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Э. Э. Сыманюк. М.: Моск. психолого-социол. ин-т, 2005. 216 с.
10. Зимня И.А. Общая культура и социально-профессиональная компетентность человека // Высшее образование сегодня. 2005. №11. С.14-22.
11. Іщенко А. Глобальні тенденції і проблеми розвитку освіти: наслідки для України. Аналітична записка // Національний інститут стратегічних досліджень. Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1537>
12. Каган М.С. Системный подход и гуманитарное знание: Избранные статьи. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. 384 с.
13. Краевский В. В., Бережнов Е. В. Методология педагогики: новый этап. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 400 с.
14. Краевский В.В. Содержание образования: вперед к прошлому. М.: Педагогическое общество России. 2001. 35 с.
15. Леднев В. С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. М. : Высш. шк., 1991. 224 с.
16. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 304 с.
17. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1981. 186 с.
18. Новейший философский словарь. Мн.: Интер-прессервис; Книжный дом. 2001. 1280 с.
19. Реан А. А. Психология и педагогика / А. А. Реан, Н. В. Бордовская, С. И. Розум. СПб. : Питер, 2000. 432 с.
20. Словарь-справочник по педагогике / Авт.-сост. В.А.Мижериков; Под общ. ред. П.И. Пидкасистого. М.: ТЦ Сфера, 2004. 448 с.
21. Смирнова Е. Э. Пути формирования модели специалиста с высшим образованием. Л. : ЛГУ, 1977. 140 с.
22. Соколов В. М. Основы проектирования образовательных стандартов (методология, теория, практический опыт). М. : Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов, 1996. 116 с.
23. Філософський енциклопедичний словник: Нац. Академія наук України, інститут філософії ім. Г.С. Сковороди. К.: Абрис, 2002. 742.
24. Формирование учебной деятельности студентов / В. Я. Ляудис, Х. Вернеке, И. И. Ильясов и др.; под. ред. В. Я. Ляудис. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1989. 240 с.
25. Хуторской А. В. Современная дидактика: учеб. для ВУЗов. СПб. : Питер, 2001. 544 с. (Серия «Учебник нового века»).
26. Штофф В.А. Моделирование и философия. М.: Наука, 1966. 231 с.
27. Щуркова Н. Е. Практикум по педагогической технологии. М. : Пед. об-о России, 1998. 250 с.

3.8. Системний аналіз методик оцінки якості електронних курсів

У зв'язку з пандемією коронавірусу зросла значимість онлайн-навчання на фоні класичного. За обставин ізолюваності учасників навчального процесу велика кількість навчальних закладів вирішили перейти на дистанційну форму навчання, а ринок онлайн навчання став затребуваним, як ніколи.

Друга декада XXI століття характеризувалася постійним зростом інвестицій у сферу навчання. Так за даними Metaagi, тільки за 2019 рік у глобальний ринок EdTech було інвестовано рекордні \$18,66 млрд, що приблизно на \$2 млрд більше, ніж у 2018 році. При цьому, згідно з HolonIQ, близько \$8 млрд від сукупних інвестицій за 2018 рік склали вливання венчурного капіталу у бізнес компаній-“однорогів”. За свіжими даними Metaagi, у 2019 році цей показник дорівнював \$8,56 млрд, говориться у дослідженні [1].

Третина учнів, котрі коли-небудь реєструвалися на платформах масових відкритих онлайн-курсів (МООС), приєдналися до них у 2020 році (рис. 1). Пандемія привела багатьох людей у онлайн навчання. Провайдери МООС, зокрема, отримали значну вигоду, заохочуючи багатьох учнів своїми безкоштовними онлайн-курсами у провідних університетах [20].

За умов стрімко зростаючого попиту як на онлайн та електронні курси МООС, так і на курси від державних закладів з'явилася необхідність у оцінці якості електронних курсів різного типу. У країнах ЄС та США вже довгий час існують і розвиваються методики оцінки якості електронних курсів, в той час як у країнах пострадянського простору подібні методики не розвинуті з причини низького рівня платоспроможного попиту на них.

Мета даного дослідження полягає в аналізі існуючих методик та підходів до оцінки якості електронних курсів з метою формування рекомендацій щодо їх використання. У даній роботі будуть розглянуті наступні методики оцінки онлайн та електронних курсів (табл. 1).

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ






 New Registered Users	2019	2020	Total
	8M	31M	76M
	5M	10M	35M
	1.3M	5M	15M
	350k	800k	2.3M

Рис. 1. Нові користувачі платформ масових відкритих онлайн-курсів

Таблиця 1

Методики оцінки онлайн та електронних курсів

Назва методики	Розробник	Посилання на методику
National Standards for Quality Online Learning	Quality Matters and Virtual Learning Leadership Alliance [2]	https://www.nsqol.org/
Quality Matters	Quality Matters [3]	https://www.qualitymatters.org
Quality Standards for Online Learning	Azusa Pacific University [4]	https://www.apu.edu/live_data/files/334/online_learning_standards.pdf
Quality Online Course Initiative Rubric	University of Illinois [5]	https://www.uis.edu/ion/resources/qoci/
OSCQR – SUNY Online Course Quality Review Rubric	Online Learning Consortium [6]	https://oscqr.suny.edu/
Online Course Certification System	EFMD Global [7]	https://www.efmdglobal.org/assessments/online-courses/eoccs/
Методика оцінки якості ПНС	ХНЕУ ім. Семе́на Кузне́ця [10]	https://pns.hneu.edu.ua/help/lib/Polozhennya_PNS_2020.pdf

National Standards for Quality Online Learning (NSQ)

З тих пір, як Southern Regional Education Board вперше запропонувала та ввела в дію національні освітні стандарти в США, стандарти якості інтерактивних курсів, курсів та навчання (National Standards for Quality Online Learning, 2007) є найбільш розповсюдженими та визнаними критеріями для навчальних закладів, за допомогою яких різні регіони та організації прагнуть забезпечити наявність високоякісних онлайн-курсів, курсів та навчальних матеріалів. У подальшому, Virtual Learning Leadership Alliance (VLLA) та Quality Matters (QM) організували Комітет у складі експертів різних профілей у сфері онлайн-навчання K-12, з тим щоб очолити роботу з оновлення національних стандартів для високоякісних електронних курсів, планів та викладання, котрі раніше оновлювались та підтримувались Міжнародною асоціацією навчання в режимі онлайн K-12 (iNACOL).

Мета поточного оновлення Національних стандартів якості полягає в тому, щоб надати оновлений набір загальнодоступних критеріїв ліцензування K-12 для онлайн та змішаних навчальних закладів з метою сприяння оцінці та покращенню електронних курсів, онлайн-навчання та онлайн-програм. VLLA, QM та інші учасники проекту продовжують поліпшувати три набори онлайн-стандартів навчання та розділяють загальну ідею про те, що стандарти у таких динамічних областях, як цифрове навчання, повинні регулярно оновлюватись та слугувати корисним орієнтиром для навчальних закладів, регіонів та общин у сфері онлайн та змішаного навчання [11].

Структура методики сформована з семи загальних стандартів з декількома підпунктами, належним чином пронумерованими (A1, A2...), котрі розширяють та характеризують стандарт. У кожному підпункті присутні описові приклади стандарту, щоб полегшити розуміння та застосування підпункту. У кожному стандарті нараховується від трьох до десяти і більше підпунктів, що повністю розкривають стандарт.

Перелік стандартів NSQ:

Стандарт А: Обзор курсов и поддержка курсов

Стандарт В: Содержание

Стандарт С: Педагогический дизайн

Стандарт D: Оценка учащихся

Стандарт Е: Доступность и удобство использования

Стандарт F: Технология

Стандарт G: Оценка курсов

Quality Matters

Формирование методики Quality Matters (QM) началось с небольшой группы практиков из консорциума MarylandOnline, Inc. (MOL), которые пытались решить общую проблему для начальных заведений: как можно измерить и гарантировать качество курсов? Это вопрос особенно важный, поскольку заведения начали создавать систему, в которой они могли бы делиться онлайн-курсами с другими заведениями. Они нуждались в способе обеспечения качества курсов для своих студентов, независимо от того, где находится этот курс. В 2003 году MOL выложила, каким образом программа с проблемами качества может создать масштабный процесс обеспечения качества курсов, и подала заявку на грант Фонда улучшения высшего образования (FIPSE) от Министерства образования США.

Независимо от того, что в 2006 году было завершено финансирование программы FIPSE, Quality Matters все еще является самостоятельным проектом в рамках MOL и используется для влияния на качество преподавания на уровне штатов и национальном уровне.

В следующие годы более 1500 колледжей и университетов по всему миру присоединились к сообществу с проблемами управления качеством и используют руководящие принципы QM для совершенствования образовательной программы. Кроме того, было подготовлено более 60 000 специалистов в сфере образования по стандартам разработки электронных курсов и сертифицировано тысячи онлайн и смешанных курсов. [12]

Структура стандарта QM:

- Огляд курсу та вступ
- Мета навчання (компетентності)
- Оцінка та вимір
- Навчальні матеріали
- Освітня діяльність та взаємодія учнів
- Технології курсу
- Підтримка учнів та викладачів
- Доступність та зручність використання

Структура методики подібна раніше розглянутій методиці NSQ, тобто у кожному з восьми стандартів QM наявні підпункти, але у даному випадку прикладів для більш точного розуміння змісту підпункту не наведено. До того ж, QM К-12 є бальною системою, тобто у кожного підпункту є своя вага у балах, що впливає та фінальну оцінку курсу, але ця бальна система неінтуїтивна з причини складності інструкцій з використання, наведених у самих стандартах QM.

Quality Standards for Online Learning

Автором методики є Азійсько-Тихоокеанський університет (Azusa Pacific University, APU), що є одним з найбільших християнських університетів у Сполучених Штатах Америки, котрий було засновано 3 березня 1899 року. Університет став першим християнським навчальним закладом західного узбережжя США. [13]

Перелік стандартів методики Quality Standards for Online Learning:

Стандарт 1: Інтеграція учнів та віри

Стандарт 2: Конструкція та інтерфейс

Стандарт 3: Навчання та освіта

Стандарт 4: Технологія і доступність

Стандарт 5: Оцінка навчання студентів

Стандарт 6: Підтримка

Структура методики являє собою подвійний набір підпунктів до кожного стандарту. Набір підпунктів А є описом підпункту самого стандар-

ту, в той час як набір підпунктів В пояснює реалізацію кожного відповідного підпункту А. Ця система схожа та систему прикладів з National Standards for Quality Online Learning, але підпункти В мають характер рекомендацій щодо дій, ніж просто пояснення підпункту. Також APU є християнським навчальним закладом, що спричинило значний вплив на їх методику оцінювання якості онлайн-курсів.

Quality Online Course Initiative Rubric

У 1998 році була організована ініціатива з питань якості електронних курсів (Quality Online Course Initiative, QOCI), котра була спершу розроблена обцинним коледжем ION – партнером University of Illinois. Керівні принципи оцінки було оновлено у 2018 році, з тим щоб відобразити результати досліджень та передової практики у сфері онлайн-навчання, а також зміни у технології та практиці створення загальнодоступних курсів. Мета проекту як і раніше полягає у тому, щоб допомогти університетам підвищити якість своїх електронних курсів.

Основними цілями проекту є:

створення корисного інструменту оцінки, котрий допоможе викладачам розробляти високоякісні онлайн-курси;
визначення “найліпшої практики” проведення онлайн-курсів;
акредитація викладачів, курсів та закладів, які створюють високоякісні онлайн-курси [14].

Структура методики QOCI Rubric:

- I. Педагогічний дизайн
- II. Зв'язок, інтеграція та взаємодія
- III. Кількісна та якісна оцінка учнів
- IV. Підтримка учнів та ресурси
- V. Навчальні матеріали та технології
- VI. Доступність
- VII. Оцінка курсу

Як і у випадку з попередніми методиками, кожна зі складових Quality Online Course Initiative Rubric має свої підпункти. Серйозною відмінністю від попередніх методик є направленість саме на формальний опис кожного пункту. Кожний пункт розділений на велику кількість підпунктів, що можуть відповідати за цілкоммінорні характеристики, що, з одного боку, дозволяє більш детально проаналізувати електронний курс, а з іншого боку, створює доволі складну ієрархічну структуру.

OSCQR – SUNY Online Course Quality Review Rubric

SUNY Online (США) у співпраці з іншими університетами у рамках всієї системи SUNY Online розробив керівні принципи та процедури розробки онлайн-курсів для вирішення питань, пов'язаних з розробкою та доступністю електронних курсів. Запропоновані принципиметодики оцінки OSCQR відкрито дозволяють будь-кому використовувати та змінювати їх. Принципи та процедури методики OSCQR оцінки якості електронних курсів в SUNY Online направлені на подальше підвищення якості та доступності онлайн-курсів, крім того, була розроблена методика збору даних, яка може використовуватися у якості керівництва для підготовки викладачів, підтримки великомасштабних онлайн-панелей розробки навчальних програм та систематичного оновлення.

У листопаді 2016 року Open SUNY (зараз SUNY Online) встановив партнерські відносини з Online Learning Consortium (OLC). OLC використовує OSCQR у якості однієї зі своїх атестаційних програм оцінки якості онлайн-ресурсів для систематичного розгляду, оновлення та постійного вдосконалення електронних курсів, забезпечуючи якісні онлайн-процеси, інструменти та ресурси та рівні курсів. Це дозволяє застосовувати OSCQR для проведення цифрової інтерактивної оцінки електронних курсів.

Загалом, методика OSCQR включає в себе процес, онлайн-дашборд та інтерактивну анкету за рубриками для систематичного розгляду та оновлення навчального дизайну та доступності онлайн та змішаних електронних курсів, а також повних онлайн-програм рівнів освіти. SUNY Online за-

прошує до співпраці для отримання зворотного зв'язку щодо використання OSCQR та подальшого вдосконалення методики силами відкритої спільноти. [15]

Структура OSCQR:

- Огляд та інформація
- Технології та інструменти
- Педагогічний дизайн та структура
- Контент та наповнення
- Взаємодія
- Оцінювання знань та зворотний зв'язок

Структура даної методики не сильно відрізняється від розглянутих раніше. Самі нормативи розписані достатньо детально, але поступаються всім попереднім методикам у глибині оцінювання, що проводиться. Дана методика скоріше направлена на самоаналіз електронних курсів, але інтерес являє запропонований механізм оперативної оцінки якості та подальшого розвитку курсів.

Online Course Certification System (EOCCS)

EFMD Global є міжнародною, некомерційною, заснованою на членському складі організацією, що займається питаннями керівництва та розвитку. Він є визнаним у всьому світі інститутом, навчальним закладом у сфері бізнесу, а також корпоративним університетом.

За підтримки більш ніж 900 членів з більш ніж 90 країн EFMD Global виступає каталізатором у справі заохочення та підвищення ефективності розвитку системи управління на глобальному рівні. Головний офіс організації розташований у Брюсселі (Бельгія), а також має відділення у Женеві, Гонконзі, Майамі и Празі.

EFMD Global являє собою організацію, призначену для навчальних закладів та компаній, метою якої є формування почуття соціальної відповідальності керівників, а також для пошуку можливостей для налагодження зв'язків. Крім приділення особливої уваги стандартам освіти у сфері уп-

равління освітою, EFMD твердо переконані в тому, що бізнес та наукові заклади повинні об'єднати свої зусилля з метою заохочення та зміцнення зв'язків між ними. [16]

Структура методики EOCCS:

- Інституціональний контекст
- Зміст курсу
- Зміст курсу та взаємодія
- Процеси забезпечення якості

Структура даної методики схожа з розглянутими раніше методиками, але подібно попередній OSCQR націлена на самоанкетування. У процесі оцінки курсу в першій частині пропонується детально описати цілі навчального закладу, його спонсорів, плани та ресурси. Інші частини також використовують подібний підхід, так що, як і попередня методика OSCQR, EOCCS орієнтовані на самоаналіз та збір даних для виявлення власних слабких сторін та напрямів подальшого підвищення якості електронних курсів.

В освітній спільноті країн пострадянського простору також почали розробляти власні методики оцінки якості електронних курсів, але, на відміну від уже розглянутих методик, країни пострадянського простору, не маючи великого досвіду в цій сфері, концентруються на зовсім інших аспектах.

На території України задача щодо оцінки якості онлайн-навчання було покладена на навчальні заклади, тобто кожен навчальний заклад розробляє власну методику, що застосовується виключно в його стінах. Це дозволяє розробляти нормативи, які ідеально підходять під сферу діяльності конкретного навчального закладу, але, через відсутність необхідності в подібних методиках раніше, навчальні заклади можуть використовувати власні підходи та принципи при розробці подібних методик. [18]

Методика оцінки електронних курсів ХНЕУ ім. С. Кузнеця

З 2009 року в Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця для ефективного управління самостійною роботою студентів в інформаційно-навчальному середовищі, яке неможливе без електронних навчально-методичних комплексів, комп'ютерних програм контролю знань, інтерактивних форм обговорення актуальних навчальних проблем, в університеті працює сайт персональних навчальних систем у комп'ютерній мережі університету та мережі Інтернет.

Персональна навчальна система (ПНС) – це автоматизована навчальна система з акцентуванням на її персональному характері і спрямованістю на самостійне навчання. Персональна навчальна система створює інформаційне середовище, яке складається з навчальних, наукових, інформаційних матеріалів та засобів, розроблених в електронній формі, є достатнім для навчання окремим навчальним дисциплінам за допомогою опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу й налаштоване на ефективну організацію навчального процесу та управління самостійною роботою студентів.

Метою впровадження ПНС в освітній процес є забезпечення якості освіти шляхом змістовного наповнення освітнього середовища, забезпечення рівного доступу учасників навчального процесу до якісних навчальних та методичних матеріалів незалежно від місця їх проживання та форми навчання, створення умов для персоналізації навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій. На сьогодні в навчальному процесі університету активно використовуються більше 1700 ПНС, а загальна середньодобова відвідуваність склала більше 5000 користувачів під час карантину навесні 2020 р. Більшість користувачів (55 %) для роботи з сайтом використовують стаціонарні комп'ютери чи ноутбуки, мобільні пристрої (телефони, смартфони, планшети) використовують 45 % аудиторії сайту.

Методика оцінки якості персональних навчальних систем визначає, що за рівнем розробленості ПНС може бути контентного, інтерактивного та автономного рівня.

Контентний рівень ПНС містить необхідне інформаційно-методичне забезпечення для навчальної дисципліни із використанням електронних засобів, що надають доступ студентам до електронних освітніх ресурсів. ПНС контентного рівня достатньо для опанування навчальної дисципліни за змішаної моделі навчання, в якій технології дистанційного навчання використовуються для студентів денної та заочної(дистанційної)форм навчання.

Інтерактивний рівень ПНС має додаткове навчально-методичне забезпечення, що використовує мультимедійні електронні засоби початкової та середньої інтерактивності, контроль успішності та самоперевірку знань за допомогою електронних засобів тестування, здійснення комунікацій (проведення Інтернет-семінарів з використанням чатів, форумів, електронні індивідуальні консультації), перевірка та корегування виконаних завдань із застосуванням електронних засобів і ресурсів у режимі off-line та on-line. ПНС інтерактивного рівня забезпечують для студентів зворотній зв'язок з метою контролю прогресу опанування навчальної дисципліни.

Автономний рівень ПНС передбачає також наявність компетентнісного підходу до навчально-методичного забезпечення, високий рівень інтерактивності, застосування прикладних програмних продуктів для створення і проведення аудіо- та відеолекцій, вебінарів у режимі on-line в реальному часі, додаткові авторські розробки для активізації процесу навчання (само- та взаємнеоцінювання, кейси, портфоліо, ділові ігри, тренінги/тренажери на міждисциплінарній основі та інше), здійснення комунікацій для організації сумісної роботи над проектами із застосуванням електронних засобів та ресурсів. ПНС автономного рівня дозволяють їх застосовувати як самостійний освітній ресурс за денної та заочної (дистанційної) форми навчання з обов'язковою захищеною сертифікацією підсумкового результату опанування навчальної дисципліни студентами.

На відміну від розглянутих раніше методик, оцінка якості електронних курсів у ХНЕУ ім.С.Кузнеця передбачає декілька рівнів для курсів, від найпростішого курсу, що складається з декількох PDF-файлів, до повністю автоматизованих курсів, за якими можна навчатися з мінімальною участю викладача. Даний аспект є головною перевагою даної методики, так як пропонує наочну формалізовану методику класифікації курсів за рівнями, в той час як у попередніх методиках пропонуються лише нормативи. При цьому система нормативів не передбачає оцінку якості дизайну курсу, так як курси створюються в рамках єдиної платформи та бази Moodle за допомогою вбудованого конструктора та інших інструментів.

Головним недоліком цієї методики оцінки є категоричність присвоєння рівнів. Щоб отримати автономний рівень, курсу спочатку необхідно отримати контентний рівень, тобто відповідати всім вимогам контентного рівня, після чого буде проведено повторну оцінку курсу для інтерактивного рівня та лише після цього курс зможе претендувати на автономний рівень. У разі, якщо курс по наповненню відповідає автономному рівню, але він не пройшов перевірку контентного рівня (відсутній важливий елемент, наприклад, технологічна карта курсу), то перевірка інтерактивного та автономного рівнів не проводиться.

Розглянемо загальні риси всіх методик оцінки якості електронних курсів, розглянутих в даному дослідженні:

1. Практично кожна методика виділяє важливість ознайомлення студента з тим, що його чекає в курсі, виділяючи силабус та/або робочу програму, як окремий підпункт, не забуваючи про ознайомлення з технічними вимогами курсу та етикетом поведінки. Наприклад, National Standards for Quality Online Learning, Quality Matters та Azura Pacific акцентують на цьому увагу у перших же підрозділах їх нормативів.

2. Всі методи оцінювання вимагають чіткого наведення компетенцій/компетентностей, які студент набуває при повному проходженні курсу. При чому як на рівні курсу загалом, так і на рівні модуля/теми.

3. У всіх методиках оцінки вказана важливість зрозумілої для учня та, при цьому, гнучкої системи оцінювання як учня, так і викладача з курсом.

4. При оцінці наповнення курсу враховуються як відповідність матеріалів поставленим цілям курсу, так і відповідність рівня матеріалів рівню учнів. В останніх редакціях деяких методик оцінки з'явився пункт про прагнення відобразити культурно різноманітну перспективу, що є спірним рішенням для деяких навчальних дисциплін.

5. Практично у всіх нормативах враховується ступінь відповідності діяльності, необхідної протягом всього курсу, з тими навичками і компетентностями, якими студент повинен буде володіти після повного вивчення і завершення курсу.

6. Окремим пунктом виділяються використовувані під час вивчення курсу технології та їх доступність для використання. Методи оцінки якості електронних курсів пропонують віддавати перевагу найбільш простим і базовим технічним інструментам, якщо інше не передбачено в самому курсі.

7. Доповнюючи попередній пункт, велика кількість курсів виділяють важливість різних методів донесення інформації для студентів з обмеженими можливостями.

8. Також важливим пунктом виділяються технічна та навчальна підтримка студента протягом всього курсу. Більшість методів оцінки наголошують на необхідності вказівки годин, коли на повідомлення студента буде надано відповідь і максимальний час, який студент змушений чекати в разі високого навантаження на відділ технічної підтримки.

9. Практично в кожному методі оцінки важливу роль відіграє інтуїтивно зрозумілий дизайн курсу, за допомогою якого студент легко знайде основні інструменти для взаємодії з курсом.

10. Важливим моментом є те, наскільки повною інформацією про викладачів курсу володіють студенти. Практично у всіх методах оцінки онлайн курсів викладачів просять надати біографічні дані, фотографію, ві-

тання, наукові регалії і час, коли викладач буде відповідати на виниклі у студента питання.

Відмінні риси методик оцінки якості електронних курсів:

1. Методика оцінки якості Azusa Pacific орієнтується на активне взаємопроникнення віри і науки, що відбивається на оцінці соціальної складової якості курсу, а саме вся взаємодія між учнями і вчителями має спиратися не тільки на інтернет-етикет, а й на духовні аспекти християнства.

2. Нормативи OSCQR найбільш підходять для викладачів, які хочуть самостійно оцінити курси і, по можливості поліпшити їх.

3. Методика EOCCS підходить для навчальних закладів як з точки зору оцінки створених в них курсів, так і для виділення найбільш привабливих для студентів організаційних елементів.

4. Методика Quality Matters пропонує бальну оцінку курсу, ґрунтуючись на запропонованих ними показниках. Quality Matters володіє широким спектром нормативів, що охоплює велику кількість аспектів електронних курсів.

5. Методика оцінки якості ПНС найбільш жорстко вибудована за критеріями і має чітко описані рівні якості електронних курсів, що дозволяє вибудувати однозначну ієрархію важливості їх окремих елементів.

Підводячи підсумок проведеному аналізу методик оцінки якості електронних курсів можна сказати, що даний напрямок є досить дослідженим в розвинених країнах Європи і Америки. Наведені в дослідженні методики мають схожу структуру нормативів, але інтерпретуються по різному з виділенням певних акцентів на методик властивостей електронних курсів, що найбільш цікавлять авторів.

Усім розглянутим методикам оцінки притаманні як відповідність матеріалів цілям і компетенціям курсу, ефективність використовуваних завдань і якість методів оцінювання студентів, так і дизайн самого курсу, логічність і послідовність розташування матеріалів, частота актуалізації курсу і можливість доступу для учнів з обмеженими можливостями.

Нормативи і критерії Quality Matters і National Standards for Quality Online Learning найбільш універсальні, а останні також є найбільш докладно описаними, і підходять для оцінки будь-яких курсів. Нормативи OSCQR - SUNY Online Course Quality Review Rubric спрямовані на самоаналіз електронних курсів з боку їх авторів і навчальних закладів.

Наведені приклади різної спрямованості методик оцінки електронних курсів свідчить про те, що на сьогодні багато питань не отримали ще належного розвитку в дослідженнях.

Одним з таких нерозкритих питань є оцінка якості серії електронних курсів, як декількох паралельно вивчених і взаємодоповнюючих курсів. У подібному випадку оцінка електронного курсу може постраждати через наповнення, яке, будучи не самостійним, не буде відповідати нормативам змісту курсу, але подібний зміст матиме сенс, якщо розглядається вся серія курсів.

На території деяких інших країн пострадянського простору може застосовуватися підхід нормативів загальнодержавного рівня. Такі нормативи часто створюються на основі нормативів безпеки життєдіяльності, або експертної грошової оцінки, яку проводять уповноважені люди. Прикладом таких нормативів є Нормативи оцінювання РОО. [19]

Для того, щоб подібна перевірка була проведена потрібно подати відповідну заяву. Як можна побачити з наведених вище критеріїв дана методика оцінювання РОО нагадує спрощені методики NSQ і Quality matters, а також у неї є та ж проблема, що і у методики ХНЕУ ім. С. Кузнеця, а саме категоричність привласнення рівня (категорії), тобто при не відповідності хоча б одному із зазначених параметрів курс автоматично не відповідає стандартам. Найчастіше наведені методики оцінки якості електронних курсів на території пострадянського простору звертають увагу на технічні аспекти електронних курсів, а не на практичну зручність взаємодії учнів з курсом.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

У табл. 2 наведено порівняльну характеристику розглянутих в дослідженні методик оцінки якості електронних курсів, що дозволяє наочно представити результати проведеного аналізу.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика методик оцінки якості електронних курсів

Назва методики	Переваги	Недоліки	Стандарти	Критерії	Бальна оцінка	Особливості	Рекомендації щодо застосування
1	2	3	4	5	6	7	8
National Standards for Quality Online Learning	Комплексність критеріїв та ступінь розкриття критеріїв	Відсутні	+	+	-	Найбільш універсальна методика	У випадку, якщо немає будь-яких специфічних вимог, або ж за необхідності розробити унікальну методику на базі існуючої
Quality Matters	Комплексність критеріїв	Критерії не розкриті	+	+	+	Універсальна методика	У випадку, якщо немає будь-яких специфічних вимог, але необхідна бальна оцінка
Quality Standards for Online Learning	Унікальність сфери застосування	Вузьконаправленість критеріїв	+	+	-	Врахування релігійного аспекту	Застосовувати у випадку наявності зв'язку з релігією
Quality Online Course Initiative	Розгляд навчального закладу, як частини системи навчання.	Відсутні	+	+	-	Методика зіснована на самоанкетуванні навчальних закладів	У випадку, якщо навчальний заклад масово оцінює курси

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
OSCQR	Високий ступінь описаності критеріїв	Низький ступінь формалізованості критеріїв	+	+	-	Найбільш сприяє аналізу курсу з боку викладача, який розробив курс	Для оцінки якості власного курсу
Online Course Certification System	Вкрай докладна деталізація кожного нормативу на підпункти	Деякі підпункти занадто сильно деталізовані	+	+	-	Дворівнева деталізація нормативів	Якщо при оцінку вимагається розглянути як можна більше аспектів курсу
Методика оцінки якості ПНС	Порівнювальна система оцінки якості курсів	Категоричність при присвоєнні рівнів	+	+	-	Жорстка система критеріїв, які повинні бути дотримані при визначенні рівня курсу	У випадку необхідності класифікації курсів за рівнями

Таким чином, проведений аналіз показує, що на даний момент найбільш вдалою і комплексною методикою оцінки якості електронних курсів є National Standards for Quality Online Learning, тому що вона охоплює найбільшу кількість аспектів онлайн-навчання, при цьому детально роз'яснюючи значення кожного нормативу. У разі, якщо потрібні розглянути більш специфічні аспекти онлайн навчання додатково, то NSQ може стати основою для розробки власної методики нормативів.

Головною ж проблемою NSQ є відсутність чіткої формалізованої градації рівнів якості електронних курсів. Ця проблема спостерігається практично у всіх нормативних баз. Важливість формалізованої градації електронних курсів полягає в тому, що це дозволить розробникам курсів визначити їх поточний рівень якості і сконцентрувати свої зусилля на розробці відсутніх або відстаючих напрямків. Хорошим прикладом є методика ХНЕУ ім. С. Кузнеця з трирівневою системою оцінки якості електронних курсів.

Серед неохоплених питань в розглянутих методиках варто виділити проблему оцінки взаємопов'язаних електронних курсів. Розглянуті методики дозволяють здійснити якісний і кількісний аналіз самотійного курсу,

але в разі, якщо оцінюваний курс є частиною цілого кластера і його матеріали пов'язані з матеріалами інших курсів, розглянуті методики не зможуть адекватно оцінити наповнення курсу і можуть знизити оцінку його якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Российский рынок онлайн-образования ожидает бурный рост, 27 Марта 2020 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: <http://neorusedu.ru/news/rossijskij-rynok-onlajn-obrazovaniya-ozhidaet-burnyj-rost>
2. THE National Standards for Quality Online Learning [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.nsqol.org/>
3. Quality Matters [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.qualitymatters.org/>
4. Quality Standards for Online Learning [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: https://www.apu.edu/live_data/files/334/online_learning_standards.pdf
5. Quality Online Course Initiative (QOCI) Rubric [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.uis.edu/ion/resources/qoci/>
6. OSCQR – SUNY Online Course Quality Review Rubric [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://oscqr.suny.edu/>
7. Online Course Certification System. An international quality benchmark for online courses [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: https://efmdglobal.org/wp-content/uploads/EOCCS_Standards_and_Criteria.pdf
8. Standards for VET Accredited Courses 2021, 11 Марта 2021 [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.legislation.gov.au/Details/F2021L00269>
9. Quality Course Teaching & Instructional Practice [Електронний ресурс]. - 2016. - Режим доступу до ресурсу: <https://s3.amazonaws.com/scorecard-private-uploads/QCTIP-Overview.pdf>
10. Положення про персональні навчальні системи в Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця, 26 жовтня 2020 року [Електронний ресурс]. - 2020. - Режим доступу до ресурсу: https://pns.hneu.edu.ua/help/lib/Polozhennya_PNS_2020.pdf
11. The National Standards for Quality Online Learning [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.nsqol.org/about/>
12. About Quality Matters [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.qualitymatters.org/why-quality-matters/about-qm>
13. Azusa Pacific history [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.apu.edu/about/history/>
14. Quality Online Course Initiative (QOCI) Rubric [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.uis.edu/ion/resources/qoci/>

15. About OSCQR [Электронный ресурс]. - 2021. - Режим доступа до ресурсу: <https://oscqr.suny.edu/about/about-oscqr/>
16. EFMD global ABOUT US [Электронный ресурс]. - 2018-2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://www.efmdglobal.org/about-efmd-global/>
17. Evaluate the overall digital classroom experience [Электронный ресурс]. - 2021. - Режим доступа до ресурсу: <https://onlinelearningconsortium.org/consult/olc-quality-course-teaching-instructional-practice/>
18. Обновленные условия дистанционного обучения в школах вступили в силу, 16 Жовтня 2020 – Минобразования Украины [Электронный ресурс]. - 2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://interfax.com.ua/news/general/695702.html>
19. Регламенты оценки качества онлайн-курсов, размещаемых на информационном ресурсе (портале), обеспечивающем для каждого пользователя по принципу “одного окна” доступ к онлайн курсам, в рамках опытной эксплуатации, 14 Лютого 2017 [Электронный ресурс]. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <http://neorusedu.ru/upload/docs/quality.pdf>
20. Dhawal Shah, The Second Year of The MOOC: A Review of MOOC Stats and Trends in 2020, 14 Грудня 2020 [Электронный ресурс]. - 2020. - Режим доступа до ресурсу: <https://www.classcentral.com/report/the-second-year-of-the-mooc/>

3.9. Інформаційна економіка як головна рушійна сила розвитку сучасних освітніх процесів

Після формування людини, яка не відрізняється від сучасної, суспільство розвивалося еволюційно – поступове формування структурних, культурних і соціально-економічних зв'язків. Проте із початком значного удосконалення технологій, яке ознаменувалося Першою промисловою революцією, розвиток став відбуватися революційними скачками. Значно збільшувався об'єм інформації та знань, які необхідні для ефективної діяльності. Відповідно змінювалися потреби до розповсюдження та формування інформації і знань. Освітні процеси повинні адаптуватися, аби задовільняти цим потребам.

Сучасний розвиток суспільства поділений на три стадії – доіндустріальна, індустріальна та постіндустріальна. Характерними рисами доіндустріального суспільства є ручне виробництво у незначних кількостях (переважно сільськогосподарська продукція), вузький спектр поділу праці, проста робота, зосередження населення в сільській місцевості, обмежена комунікація між населеними пунктами [1].

Таке суспільство також називають аграрним, традиційним або сільським. Економіка доіндустріального етапу базується на переважній ролі аграрного виробництва та видобуванні сировини. Освіта доступна лише еліті, а наука має низьке значення та інтеграцію у виробництво. Д. Белл стверджує, що таке суспільство відзначається домінацією сільськогосподарського виробництва, а головними соціальними інститутами є церква та армія [2]. Таке суспільство має неефективну економіку та є чутливим до природніх факторів у виробництві – неродючість землі, обвалення або затоплення копалень тощо.

Натомість атрибутами індустріального суспільства є перехід від аграрного до промислового виробництва, значне підсилення урбанізації, більшість населення працює на заводах або фабриках, автоматизація, механі-

зація та стандартизація виробництва, використання досягнень науково-технічного прогресу для поліпшення якості життя [3]. Поштовхом до індустріального суспільства стала перша промислова революція, яка почалася в Англії у другій половині XVIII ст. з винайденням парового двигуна, а впродовж XIX ст. поширилася й на інші країни Європи, США та Японію. Важливою рисою є перехід від ручної праці людей до використання машин і механізмів у виробництві. Прискорюється зростання питомої ваги міського населення. Основними інноваціями є текстиль, парова машина та виробництво чавуну. Основним енергоносієм є вугілля.

Парова машина дозволяє перетворити вугілля на енергію, за допомогою якої можна стимулювати виробництво. Наприклад, парові машини активно використовувались у Англії задля відкачування води на копальнях при видобуванні корисних копалин. За індустріального суспільства переважну роль грає промислове виробництво, а головними соціальними інститутами стають корпорації та фірми [2]. Зміцнюється роль науки, яка просочується у всі сфери життя, а насамперед у технології виробництва. Освіта стає масовою та збільшується потреба у кваліфікованих кадрах. Розвивається масове виробництво товарів.

Друга промислова революція почалася в кінці XIX – на початку XX ст.. Вона ознаменувалася переходом від вугілля до нафти як основного енергоносія, а також винайденням електрики, електродвигуна та телефону. У виробництві поширюється використання конвеєру, хімічної промисловості, металургії. Було введено використання парових турбін і двигунів внутрішнього згорання, створено літак, а також запущено масове комерційне виробництво автомобілів та інших споживчих товарів.

Згодом у другій половині XX ст. настає Третя промислова революція, яка характерна переходом від аналогових технологій до цифрових, поширенням інформаційно-комунікаційних технологій, глобалізацією та виникненням постіндустріальної економіки. Значною рушійною силою є поширення обчислювальної техніки, особливо персональних комп'ютерів, проникнення Інтернету та масове застосування персональних портативних

комунікаційних пристроїв. Це дає початок новому – постіндустріальному – суспільству.

Постіндустріальне суспільство – це те, в економіці якого значну долю мають інформаційно-комунікаційні технології, високоінноваційні товари, високопродуктивна промисловість. Також характерно збільшення долі населення в сфері послуг, ніж у промисловості [4].

У постіндустріальному суспільстві панує виробництво знань і високих технологій [2]. Роль науки стає абсолютною, вона стає самодостатньою та ключовим фактором виробництва. Виробництво характеризується автоматизацією, диференціацією та інформатизацією. Освіті притаманно поглиблення спеціалізації та функціональної диференціації освітніх програм. Підсилення міжнародної економіки та глобалізації, утворення єдиного глобального ринку.

Таблиця 1

Порівняння етапів розвитку суспільства [5]

Фактор	Доіндустріальний	Індустріальний	Постіндустріальний
Характер економіки	Переважає роль аграрного виробництва і сектор сировини	Розвиток масового товарного виробництва	Інформатизація виробництва, виробництво знань, високі технології
Освіта	Для вузького прошарку суспільства	Масова	Поглиблення спеціалізації та функціональна диференціація освітніх програм
Наука	Слабко інтегрована у виробництво та соціальні практики	Інтеграція науки у всі сфери життя, особливо у технології виробництва	Самодостатня, ключовий фактор виробництва
Тип поселення	Переважає сільське	Урбанізація	Переважає міст, тенденція до субурбанізації
Власність	Умовна власність на землю	Приватна власність на засоби виробництва	Приватна власність на інтелектуальні ресурси

З розвитком суспільства, основні аспекти якого подано в табл. 1, значну роль набуває інформація та знання. Донині матеріальне виробницт-

во було рушієм прогресу. А тепер нематеріальне головує розвитком, тому інформаційна економіка є новим витком цивілізації, а інформація та знання – головним фактором прогресу. У роботах вчених Белл Д., Огірко І. В, Корнейчук Б. В., Малик І. П., Фукс К., Шкарлет С. М., Холявко Н. І., Дубина. М. В., Жук О. С. та інших проводиться аналіз сучасного соціально-економічного стану та особливостей подальшого розвитку суспільства.

Технологічний прогрес надає можливість переходу до інформаційного суспільства, де головними продуктами є інформація та знання Їх роль збільшується у житті населення: зростає питома вага зайнятого населення у інформаційно-комунікаційному секторі, переважає частка інформаційних продуктів і послуг у валовому внутрішньому продукті, створюється глобальний інформаційний простір, який забезпечує ефективну взаємодію людей, надає доступ до світових інформаційних ресурсів і гарантує задоволення потреб щодо інформаційних продуктів і послуг. Такий стан речей уже спостерігається у розвинених країнах, а країни, що розвиваються, прагнуть стати частиною нової інформаційної економіки.

Варто звернути увагу на термін «цифрова економіка» (англ. digital economy, «діджитал-економіка»). Цей термін ототожнюють із «інформаційною економікою» (табл. 2), наголошуючи на те, що в їх основі лежить інформація, інформаційно-комунікаційні технології та інформатизація [6, 7]. Відповідно у цій роботі термін «цифрова економіка» буде використовуватися як синонім до терміну «інформаційна економіка».

Відповідно до аналізу тлумачення поняття «Інформаційна економіка» основними характеристиками інформаційної економіки є наступне:

- сучасна фаза розвитку цивілізації;
- інформація та знання є основним продуктом та рушієм соціально-економічного прогресу;
- створення глобального простору завдяки поширенню інформаційно-комунікаційних технологій – мережі Інтернет, де відбувається ефективні споживання та обмін інформаційними продуктами та послугами;
- переважаюча роль інформаційних товарів та послуг у ВВП;

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

- основна матеріальна роль економіки – це виробництво інформаційно-комунікаційного устаткування;
- високий рівень інтеграції та глобалізації суспільства завдяки поширенню Інтернету;
- високоінноваційне виробництво;
- збільшення інвестицій у людський капітал;
- тісний зв'язок між можливостями соціально-економічного розвитку та доступністю і рівню інформаційно-комунікаційних технологій.

Таблиця 2

Аналіз тлумачення поняття «Інформаційна економіка»

Автор	Тлумачення
1	2
Белл Д. [2]	Концепція постіндустріального суспільства, в основі якої лежить інформація та знання. Інновації базуються на систематизованих знаннях, саме які формують нову вартість виробництва.
Економічна енциклопедія [8]	Характеристика сучасної економіки з погляду речового змісту, в якій відбувається поширення інформаційної технології у сфері матеріального і нематеріального виробництва, перетворення інформації на один із важливих факторів соціально-економічного прогресу суспільства та окремої особи. В інформаційній економіці переважає виробництво та споживання не матеріальних благ, а інформаційних та духовних цінностей, а її інтегруючим показником буде рівень інформатизації. Матеріальна основа такої економіки – виробництво інформаційного устаткування електронного (масове виробництво) і використання комп'ютерних систем, машинних банків, мікропроцесорів тощо, телекомунікаційної, побутової електроніки. В інформаційній економіці нерозривно пов'язаний розвиток інформаційних машин і систем зв'язку, що дає змогу комплексно надавати інформаційні послуги
Огірко І. В. [9]	а) Економіка, в якій більша частина ВВП забезпечується діяльністю з виробництва, обробки, зберігання і розповсюдження інформації і знань, і більше половини зайнятих беруть участь в цій діяльності. б) Концепція, що характерна для тих прогнозів майбутнього інформаційного суспільства, в яких акцент зосереджується на провідній ролі електронно-інформаційних технічних засобів зв'язку в розвитку всіх основних сфер економіки. При цьому сама інформація отожднюється з товарною продукцією і досліджується здебільшого за допомогою статистичних методів

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И
УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Закінчення табл. 2

1	2
Корнейчук Б. В. [10]	Сучасна стадія розвитку цивілізації, основними характеристиками якої є переважна роль творчої праці й інформаційних продуктів.
Бажал Ю. М. [11]	Найпоширенішим є розуміння інформаційної економіки як нової фази розвитку цивілізації, в якій головними продуктами виробництва є інформація та знання, а відмінними рисами є збільшення ролі інформації і знань у житті суспільства, зростання частки інформаційних комунікацій, продуктів і послуг у ВВП, створення глобального інформаційного простору, де відбувається ефективна інформаційна взаємодія людей, зокрема й через їхній доступ до світових інформаційних ресурсів і споживання відповідних інформаційних продуктів та послуг.
Малик І. П. [12]	а) Тип економіки, де продуктивність і конкурентоспроможність господарюючих суб'єктів залежать головним чином від їх здатності генерувати, обробляти й ефективно застосовувати інформацію, засновану на знаннях. б) Економіка, в якій інформація є валютою та продуктом.
Звіт ЮНКАД, 2015 р. [13]	Ключове поняття сучасної економіки, за якої інформація та знання є товаром, промисловою діяльністю та технологією.
Фукс К. (Fuchs С.) [14]	Сфера виробництва інформації та технологій споживання та передачі інформації.
Звіт ЮНКАД, 2019 р. [15]	Швидке розповсюдження інформаційних технологій трансформує економічну та соціальну діяльність, створює безліч можливостей для розвитку; а розвиток залежить від розповсюдження інформаційно-комунікаційних технологій; спостерігається цифровий розрив між розвиненими країнами і країнами, що розвиваються, який особливо залежить від того, що більша половина населення має обмежений доступ до Інтернету або не має його зовсім.
Шкарлет С. М., Холявко Н. І., Дубина. М. В., Жук О. С. [16]	Тип економічної системи, у межах якої інформація відіграє ключову роль у розвитку основних сфер та галузей національної економіки; як невід'ємна частина здійснення процесів виробництва, розподілу, обміну та споживання. Подальший її розвиток безпосередньо пов'язаний зі створенням та впровадженням інновацій та інформаційних технологій у діяльність суб'єктів господарювання. Вона висуває нові вимоги щодо забезпечення конкурентоспроможності суб'єктів господарювання.
Шкарлет С. М., Холявко Н. І., Дубина. М. В. [17]	Економічна система нового типу, яка характеризується інтенсифікацією наукомістких видів виробництва. У таких умовах освіта, наука та інновації перетворюються на продуктивні сили суспільства. Здатність генерувати знання та інновації стає необхідною умовою для підвищення конкурентоспроможності країни, а також визначає темпи їх соціального та економічного розвитку.

Сучасне визначення терміну «інформаційна економіка» повинно відображати виявленні закономірності розвитку країн в умовах інформатизації та глобалізації, а також звернути увагу на проблеми, які є суттєвими для ефективного розвитку. Воно повинно відображати суть і головний фактор її становлення, на який звертають увагу більшість вчених – інформація та знання.

Інформаційна економіка – це наступна фаза розвитку цивілізації після постіндустріального суспільства, за якої переважна роль в економіці надається інформації та знанням, які стають основним продуктом та рушієм прогресу.

До особливостей інформаційної економіки належать глобальний характер господарської діяльності, всебічна інформатизація соціально-економічних процесів, значна доля інформаційних товарів і послуг у ВВП, матеріальна економіка здебільшого займається виробництвом інформаційно-комунікаційного устаткування, «ключем» до ефективного прогресу є рівень доступності та розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.

Історія розвитку інформаційної економіки має декілька етапів, які зображено на рис. 1 [18].



Рис. 1. Історія розвитку інформаційної економіки

Перший етап (від середини 50-х до середини 60-х років) характеризується первинним виявленням ряду першочергових проблеми та спробами усвідомити їх можливі рішення.

Другий етап (до 70-х років) є накопиченням знань стосовно інформаційної економіки. Публікації у цей період погано зв'язані одна з одною та характеризуються спробами використати попередні методи та підходи до нової концепції, які не завжди були вдалимими. З'являються перші спроби виміру параметрів інформаційної економіки.

Третій етап (до середини 70-х років) характеризується спробами проаналізувати та систематизувати отримані знання стосовно основних проблем інформаційної економіки. Були визначені основні позиції стосовно ключових аспектів інформаційної економіки.

Четвертий етап (до середини 80-х років) характерний поглибленням вивчення висунутих ідей. Узагальнення поглядів і підходів стосовно інформаційної економіки у монографіях та збірниках. Відбувається підсилення підходів до виробництва науково-технічної інформації як до самостійної галузі господарства.

П'ятий етап (до 90-х років) – у центрі уваги опиняється проблема ціноутворення науково-технічної інформації та пов'язане з цим практичне застосування її на інноваційному виробництві підприємства. Також звертається увага на державне регулювання питань інформаційної економіки.

Шостий етап (до «нульових») – ретроспектива та поглиблений аналіз пройденого шляху, ретельний розгляд існуючих проблем та пошук їх рішень. У цей період відбувається систематизація всіх отриманих знань стосовно інформаційної економіки та перегляд отриманих концепцій.

Подальший розвиток інформаційної економіки можна віднести до сучасного етапу, у якому відбувається детальний аналіз розвитку соціально-економічного прогресу країн в умовах нової концепції, яка сприймається як основа сучасної економіки. Відбувається виявлення факторів, які різночленно впливають на розвиток держав у нових умовах.

Розвиток інформаційної економіки через призму виробництва є наступним:

- проникнення інформаційних технологій у виробництво;
- масове впровадження інформаційних технологій і переважання стандартизованих систем;
- перевищення продуктивності у сфері виробництва інформації та інформаційних технологій над іншими галузями;
- перехід до переважаючого виробництва інформації і знань.

Становлення інформаційної економіки формує як вимоги так і можливості для сучасних освітніх процесів. До вимог належить збільшення потреби у висококваліфікованих кадрах на підприємстві, що зумовлено високоінноваційним виробництвом. Також динаміка сучасного життя вимагає ефективно використовувати час, тобто навчання повинно за мінімальний час давати тобі максимум знань, а також воно повинно бути доступним будь-де. До можливостей належить те, що за інформаційної економіки інформація та знання стають головним продуктом, що виводить на передній план суб'єктів господарювання, які займаються їх створенням, розповсюдженням та споживанням. Також характерною рисою є значний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, які надають можливість якісної трансформації освітніх процесів. Це обумовлює значне розповсюдження дистанційного навчання.

В основі дистанційного навчання лежить зручний доступ до навчальних матеріалів, можливості індивідуалізації та адаптації навчального процесу та потенціал до усунення інформаційної нерівності. Використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій надає можливість мати доступ до навчального середовища з будь-якого персонального пристрою у будь-якому місці, використовуючи Інтернет. Тобто ми можемо навчатися дорогою кудись, вдома чи на роботі, використовуючи для цього зручний для себе пристрій – телефон, ноутбук або стаціонарний комп'ютер.

На рис. 4 та у табл. 2 зображено стрімке зростання кількості масових відкритих онлайн курсів від 2012 року до нині, де у 2020 році нараховується

ся близько 16 тисяч онлайн-курсів і 180 мільйонів учнів, що відображає майже стократне збільшення їх популярності та основну тенденцію глобального розповсюдження дистанційного навчання.

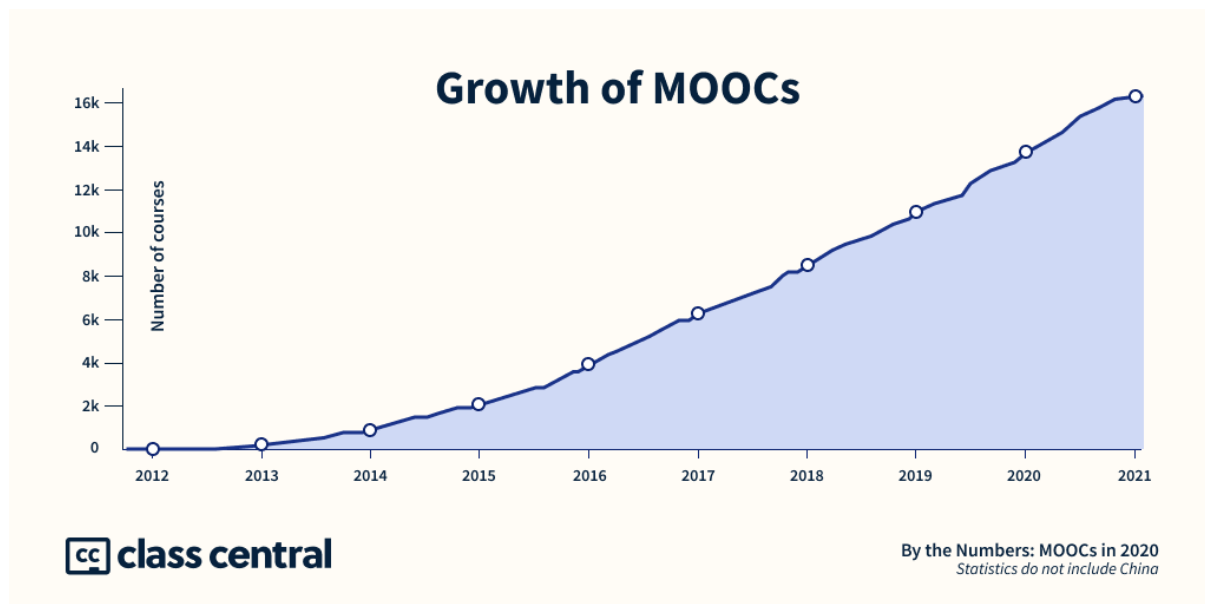


Рис. 2. Динаміка кількості масових відкритих онлайн курсів [19]

Таблиця 3

Динаміка масових відкритих онлайн курсів [19]

	2012	2020
Фінансування, млн. доларів	близько 100	близько 900
Кількість учнів, млн.	2	180
Університети-партнери, шт.	40	950
Кількість курсів, шт.	250	16300
Дохід	0	сотні мільйонів

Також сучасне навчальне середовище може аналізувати нашу поведінку та потреби й ефективніше формувати освітній процес – це стало набагато простіше із розвитком і розповсюдженням інформаційних технологій. Ще спостерігається якісне покращення форматів цифрового контенту та його інтерактивності. Це надає можливість реалізувати майже будь-яку задумку стосовно цифрових навчальних матеріалів, наприклад, вбудоване коротке тестування після теоретичного матеріалу або симулятори та тренажери для підготовки до роботи із небезпечними приладами.

Отже становлення інформаційної економіки знаменує початок нової фази розвитку цивілізації та є рушієм до розвитку сучасних освітніх процесів. Економіка, основою якої є інформація та знання, отримує значний інноваційний поштовх, який направлений на якісне покращення всіх сфер життя. Глобальний характер сучасної економіки та наявність Інтернету надає можливість для якісної трансформації дистанційного навчання. Проте обов'язковими критеріями, аби рухатись цим шляхом, є зрілість і доступність інформаційно-комунікаційних технологій і ефективне управління процесами дистанційного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грінін, Л. (Grinin, L.) 2007. Періодизація історії: теоретико-математичний аналіз. в: історія і математика. Grinin L., Munck V. C. de, Korotayev A. (Ed.). History and mathematics: Analyzing and Modeling Global Development 184 pp.(English). ISBN 5-484-01001-2
2. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. - М.: Academia, 1999. - 783с.
3. Галушко К. Ю. Індустріальне суспільство // Енциклопедія історії України : у 10 т. / редкол. : В. А. Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. — К. : Наук. думка, 2005. — Т. 3 : Е — Й. — С. 475. — 672 с. : іл. — ISBN 966-00-0610-1.
4. Мартинов А. Ю. ПОСТІНДУСТРІАЛЬНЕ СУСПІЛЬСТВО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.history.org.ua/?termin=Postindustrialne_suspilstvo (останній перегляд: 05.06.2021)
5. Горин Д. Г, Основы Социологии. Часть 2., Исторические типы общества: постиндустриальное общество.
6. Дибба М. І. Диджиталізація економіки: світовий досвід та можливості розвитку в Україні / М. І. Дибба, Ю. О. Гернего // Фінанси України. — 2018. — № 7. — С. 50-63.
7. Пищуліна Ольга, Цифрова Економіка: Тренди, Ризики Та Соціальні Детермінанти, Центр Разумкова, 2020, Видавництво «Заповіт», 2020.
8. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / Редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр «Академія», 2000. – 864 с.
9. Огірко І. В. Інформаційна економіка як напрям дослідження економіки та інформаційних технологій // Формування нової парадигми економічної теорії в Україні. — Л.: Вид-во ЛНУ ім. Франка, 2001. — Вип. 8. — С. 140–145.
10. Корнейчук Б. В. Информационная экономика. Учебное пособие.-СПб.:Питер, 2006. — 400 с.

11. Бажал Ю. М. Інформаційна економіка [Електронний ресурс] / Ю. Бажал // Режим доступу: http://www.ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/2430/Bazhal_Informatsiyna_ekonomika.pdf (останній перегляд: 05.06.2021)
12. Малик І. П., 2013, Тенденції Розвитку Інформаційної Економіки В Україні, Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту, 1 (14), 25-34, [Електронний ресурс] . – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/jpdf/Vsuem_2013_1_5.pdf (останній перегляд: 05.06.2021)
13. Launch of the Information Economy Report 2015: Unlocking the Potential of E-commerce for Developing Countries, [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <https://unctad.org/meeting/launch-information-economy-report-2015-unlocking-potential-e-commerce-developing-countries> (останній перегляд: 05.06.2021).
14. Фукс К. (Fuchs C.) 2017. «The Information Economy and the Labor Theory of Value.» *International Journal of Political Economy* 46: 65–89. doi:10.1080/08911916.2017.1310475.
15. Digital Economy Report 2019, [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2019> (останній перегляд: 05.06.2021)
16. Шкарлет С. М., Холявко Н. І., Дубина. М. В., Жук О. С., 2019. Innovation, Education, Research Components of the Evaluation of Information Economy Development (as Exemplified by Eastern Partnership Countries). *Marketing and Management of Innovations* 70–83.. doi:10.21272/mmi.2019.1-06.
17. Шкарлет С. М., Холявко Н. І., Дубина. М. В., 2019. Information economy: management of educational, innovation, and research determinants. *Marketing and Management of Innovations* 126–141.. doi:10.21272/mmi.2019.3-10.
18. Нижегородцев Р. М. Информационная экономика. Книга 1. Информационная Вселенная: Информационные основы экономического роста. Москва — Кострома, 2002. — 163 с.
19. The Second Year of The MOOC: A Review of MOOC Stats and Trends in 2020 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.classcentral.com/report/the-second-year-of-the-mooc> (останній перегляд: 05.06.2021).

ПРИЛОЖЕНИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ И АННОТАЦИИ

ГЛАВА 1

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРО- И МЕЗОПРОЦЕССОВ

1.1. Використання нейронних мереж в задачах динамічної кластеризації економічних систем

к. е. н., доц. Стрельченко І. І.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

The paper considers modern approaches to the classification of economic objects based on the theory of neural networks. The advantages and disadvantages of using radial-basis networks, Kohonen networks, vector quantization and counter propagation are investigated. The use of Kohonen networks in the conditions of small sample size and absence of the initial system of classes for comparison is substantiated. Conceptual provisions and a procedure for applying the concordance coefficient to select the optimal neural network topology have been developed. The obtained theoretical provisions were put into practice in the MatLab system. The developed software module was tested on the statistics of the International Monetary Fund, which characterize the course of the financial crisis in the period from 2007 to 2009.

В роботі розглянуто сучасні підходи до класифікації економічних об'єктів на основі теорії нейронних мереж. Досліджено переваги та недоліки використання радіально-базисних мереж, мереж Кохонена, векторного квантування та зустрічного розповсюдження. Обґрунтовано використання мереж Кохонена в умовах невеликого обсягу навчальної вибірки та відсутності початкової системи класів для порівняння. Розроблено концептуальні положення та процедуру застосування коефіцієнту конкордації для вибору оптимальної топології нейронної мережі. Отримані теоретичні положення дістали практичної реалізації в системі MATLAB. Розроблений програмний модуль протестований на статистичних даних Міжнародного валютного фонду, що характеризують протікання фінансової кризи в період з 2007 по 2009 рр.

В работе рассмотрены современные подходы к классификации экономических объектов на основе теории нейронных сетей. Исследовано преимущества и недостатки использования радиально-базисных сетей, сетей Кохонена, векторного квантования и встречного распространения. Обосновано использование сетей Кохонена в условиях небольшого объема обучающей выборки и отсутствия исходной системы классов для сравнения. Разработаны концептуальные положения и процедуру применения коэффициента конкордации для выбора оптимальной топологии нейронной сети. Полученные теоретические положения получили практической реализации в системе MATLAB. Разработанный программный модуль протестирован на статистических данных Международного валютного фонда, характеризующие протекание финансового кризиса в период с 2007 по 2009.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

1.2. Security strategies based on assessing the economic, innovative and environmental potential of states using machine learning

Porokhnya V., Doctor of Science in Economics, professor

Penev V., post-graduate student

Classical private university (Ukraine)

Ostapenko O., Phd, associate professor

Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv

Concepts and methods of defense played a major role in the defense of state sovereignty. But to implement them, appropriate indicators of the status of the armed forces are needed. Among the indicators of the level of defense capability of the states, the most important are the ones concerning the level of the state's economy and, accordingly, the level of the military power of the armed forces. Therefore, the choice of indicators and methods of analysis is the main condition for determining the level of defense capability of states. The justification of the factors of the classification groups influences the reliability of the increase of the firepower of the states. Among the groups influencing the macroeconomic development of the defense capabilities of the countries: the USA, China, Ukraine, Poland, Russia and Turkey, the defining groups are those that determine the level of support of the armed forces by the state; the level of social health of the population of the country and economic and innovative development of the state. On the basis of which the practical results of the defense capabilities of these states were obtained. The methodology for determining the defense capabilities of states is based on the general process of planning on the basis of opportunities and situational analysis of threats and the concept of the Armed Forces development strategy based on economic opportunities.

Концепції та методи захисту зіграли важливу роль в захисті державного суверенітету. Але для їх реалізації потрібні відповідні індикатори стану збройних сил. Серед показників рівня обороноздатності держав найбільш важливими є показники, що стосуються рівня економіки держави і, відповідно, рівня військової могутності збройних сил. Тому вибір показників і методів аналізу — головна умова визначення рівня обороноздатності держав. Обґрунтування факторів класифікаційних груп впливає на надійність збільшення військової потужності держав. Серед груп, які впливають на макроекономічний розвиток обороноздатності США, Китаю, України, Польщі, Росії та Туреччини, визначальними групами є ті, які визначають рівень підтримки збройних сил державою; рівень соціального здоров'я населення країни і економічний та інноваційний розвиток держави. На основі чого були отримані практичні результати обороноздатності цих держав. Методологія визначення обороноздатності держав заснована на загальному процесі планування на основі можливостей і ситуаційного аналізу загроз і концепції стратегії розвитку збройних сил на основі економічних можливостей.

Концепции и методы защиты сыграли важную роль в защите государственного суверенитета. Но для их реализации нужны соответствующие индикаторы состояния вооруженных сил. Среди показателей уровня обороноспособности государств наиболее важными являются показатели, касающиеся уровня экономики государства и, соответственно, уровня военной мощи вооруженных сил. Поэтому выбор показателей и методов анализа — главное условие определения уровня обороноспособности государств. Обоснование факторов классификационных групп влияет на надежность увеличения огневой мощи государств. Среди групп, влияющих на макроэкономическое развитие обороноспособности США, Китая, Украины, Польши, России и Турции, определяющими группами являются те, которые определяют уровень поддержки вооруженных сил государством; уровень социального здоровья населения страны и экономическое и инновационное развитие государства. На основе чего были получены практические результаты обороноспособности этих государств. Методология определения обороноспособности госу-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

дарств основана на общем процессе планирования на основе возможностей и ситуационного анализа угроз и концепции стратегии развития вооруженных сил на основе экономических возможностей.

1.3. Аналіз динаміки інтегральних показників напруженості соціально-економічного розвитку

д. е. н., проф. Клебанова Т. С.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

д. е. н., доц. Полуєткова Н. Р.

к. е. н., доц. Рудаченко О. О.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

к. е. н., доц. Панасенко О. В.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

PhD Філіп С.

*Школа економіки та менеджменту в публічному адмініструванні в Братиславі
(Словакія)*

The paper is devoted to issues related to the construction of integrated indicators of socio-economic development; tensions of social development; tensions in the economic development of the country. Methods of multidimensional analysis, including taxonomy, were used to construct integrated indicators. The results of the study allow us to assess the dynamics of changes in integrated indicators, to determine the possibility of crisis situations and to identify preventive measures aimed at economic growth.

Робота присвячена питанням, пов'язаними з побудовою інтегральних показників соціально-економічного розвитку; напруженості соціального розвитку; напруженості економічного розвитку країни. Для побудови інтегральних показників використовувалися методи багатовимірного аналізу, в тому числі, таксономії. Результати дослідження дозволяють оцінити динаміку зміни інтегральних показників, визначити можливість формування кризових ситуацій і визначити превентивні заходи, спрямовані на зростання економіки країни.

Работа посвящена вопросам, связанными с построением интегральных показателей социально-экономического развития; напряженности социального развития; напряженности экономического развития страны. Для построения интегральных показателей использовались методы многомерного анализа, в том числе, таксономии. Результаты исследования позволяют оценить динамику изменения интегральных показателей, определить возможность формирования кризисных ситуаций и определить превентивные меры, направленные на рост экономики страны.

1.4. Конкурентоспособность стран на глобальных энергорынках в контексте «зеленой» трансформации энергетики

д. э. н., проф. Богачкова Л. Ю.

Волгоградский государственный университет (РФ)

This subsection reveals the features of ensuring countries national competitiveness on the world energy markets in the modern conditions of the energy industry "green" transformation. The concept of "green" transformation, or "energy transition" is characterized, as well as the stated goals of this controlled process, carried out on a global scale. The link of the transformation processes with the global trend of energy efficiency increasing is shown. Preconditions and main directions of energy transition are presented, including the geopolitical

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

aspect of the "green" transformation. The role of "green" transformation in the redistribution of market power from suppliers to consumers of energy resources and related problems are identified, which include: maintaining existing competitive advantages and acquiring new ones for energy exporting countries; ensuring the stability of the world energy markets functioning. The problems and ways of competitiveness ensuring for energy market participants (both from the supply side and from the demand side) are outlined. General scientific methods of generalization and abstraction, analysis and synthesis, graphic modeling were used. The sources of statistical data were: data from the Institute for Energy Research of the Russian Academy of Sciences, the World Energy Agency (IEA), the Statistical Yearbook Enerdata.

В даному підрозділі розкриваються особливості забезпечення національної конкурентоспроможності країн (імпортерів і експортерів паливно-енергетичних ресурсів) на світових енергоринках в сучасних умовах «зеленої» трансформації енергетики. Охарактеризовано поняття «зеленої» трансформації, або «енергоперехода», а також заявлені цілі цього керованого процесу, здійснюваного в загальносвітовому масштабі. Показано взаємозв'язок трансформаційних процесів в енергетиці з глобальним трендом підвищення енергоефективності економіки. Представлені передумови і основні напрямки енергоперехода, включаючи геополітичний аспект «зеленої» трансформації. Виявлено роль «зеленої» трансформації в перерозподілі ринкової влади від постачальників до споживачів енергоресурсів і пов'язані з цим проблеми, до яких відносяться: збереження наявних і придбання нових конкурентних переваг у країн-експортерів енергоресурсів; забезпечення стійкості функціонування світових енергоринків. Окреслено проблеми та шляхи забезпечення конкурентоспроможності учасників енергоринків як з боку пропозиції, так і з боку попиту. Використано загальнонаукові методи узагальнення і абстрагування, аналізу і синтезу, графічного моделювання. Джерелами статистичних даних послужили: дані інституту енергетичних досліджень РАН, Світового енергетичного агентства (МЕА), Статистичного щорічника світової енергетики Enerdata.

В данном подразделе раскрываются особенности обеспечения национальной конкурентоспособности стран (импортеров и экспортеров топливно-энергетических ресурсов) на мировых энергорынках в современных условиях «зеленой» трансформации энергетики. Охарактеризовано понятие «зеленой» трансформации, или «энергоперехода», а также заявленные цели этого управляемого процесса, осуществляемого в общемировом масштабе. Показана взаимосвязь трансформационных процессов в энергетике с глобальным трендом повышения энергоэффективности экономики. Представлены предпосылки и основные направления энергоперехода, включая геополитический аспект «зеленой» трансформации. Выявлены роль «зеленой» трансформации в перераспределении рыночной власти от поставщиков к потребителям энергоресурсов и связанные с этим проблемы, к которым относятся: сохранение имеющихся и приобретение новых конкурентных преимуществ у стран-экспортеров энергоресурсов; обеспечение устойчивости функционирования мировых энергорынков. Очерчены проблемы и пути обеспечения конкурентоспособности участников энергорынков как со стороны предложения, так и со стороны спроса. Использованы общенаучные методы обобщения и абстрагирования, анализа и синтеза, графического моделирования. Источниками статистических данных послужили: данные института энергетических исследований РАН, Мирового энергетического агентства (МЭА), Статистического ежегодника мировой энергетики Enerdata.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

1.5. Моделювання соціально-економічних наслідків «шоку», індукованого COVID-19

д. е. н., проф. Гур'янова Л. С.

к. е. н., проф. Зима А. Г.

Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця

д. ф.-м. н., проф. Ніколаєв О.Г.

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Кучук А. О.

Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця

The paper proposes a conceptual approach to building a set of models of estimation of the socio-economic consequences of the COVID-19 "shock", which allows assessing the potential for recovery of the level of business activity, the depth of recession due to the impact of the "shock". The conceptual approach has been tested on the data from one of the basic macroeconomic indicators. To build the models, adaptive forecasting methods, decomposition models (Census 1), spectral analysis, ARMA models are used. The results obtained can be used to form a proactive management strategy aimed at preventing crisis situations in socio-economic systems at various levels of the hierarchy.

В роботі запропоновано концептуальний підхід до побудови комплексу моделей оцінки соціально-економічних наслідків «шоку» COVID-19, який дозволяє оцінити потенціал відновлення рівня ділової активності, глибину спаду внаслідок впливу «шоку». Концептуальний підхід апробований на даних одного з базових макроекономічних індикаторів. Для побудови моделей використані адаптивні методи прогнозування, моделі декомпозиції (Census 1), спектральний аналіз, ARMA-моделі. Отримані результати можуть бути використані при формуванні стратегії проактивного управління, яка спрямована на попередження кризових ситуацій в соціально-економічних системах різного рівня ієрархії.

В работе предложен концептуальный подход к построению комплекса моделей оценки социально-экономических последствий «шока» COVID-19, который позволяет оценить потенциал восстановления уровня деловой активности, глубину спада вследствие воздействия «шока». Концептуальный подход апробирован на данных одного из базовых макроэкономических индикаторов. Для построения моделей использованы адаптивные методы прогнозирования, модели декомпозиции (Census 1), спектральный анализ, ARMA-модели. Полученные результаты могут быть применены при формировании стратегии проактивного управления, направленной на предупреждение кризисных ситуаций в социально-экономических системах различного уровня иерархии.

1.6. Methodological foundations for the development and forecast of the socio-economic processes mathematical models effectiveness arning

Gorodnov V., Doctor of Military Sciences, professor

National academy of National Guard of Ukraine

The basic concepts of the methodology for the development of models of socio-economic processes and the assessment of their expected efficiency, the ratio and interrelation of these concepts, the contradictions of modeling that cause failures in the development of models are presented, the methodological foundations for the development of obviously useful models with a simultaneous forecast of the values of their performance indicators are presented: reliability, efficiency, completeness of modeling, usefulness of the developed model relative

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

to the existing one and in comparison with the ideal model. An expression for predicting the time spent on developing a model is given.

Наведені основні поняття методології розробки моделей оцінки очікуваної ефективності соціально-економічних процесів, співвідношення і взаємозв'язок цих понять, протиріччя моделювання, що є причиною невдач в розробці моделей, систематизовано представлені методологічні основи розробки свідомо корисних моделей з одночасним прогнозом значень їх показників ефективності: достовірності, оперативності, повноти моделювання, корисності розроблюваної моделі щодо існуючої і в порівнянні з ідеальною моделлю. Наведено вираз для прогнозу витрат часу на розробку моделі.

Приведены основные понятия методологии разработки моделей социально-экономических процессов и оценки их ожидаемой эффективности, соотношения и взаимосвязь этих понятий, противоречия моделирования, которые являются причиной неудач в разработке моделей, систематизировано представлены методологические основы разработки заведомо полезных моделей с одновременным прогнозом значений их показателей эффективности: достоверности, оперативности, полноты моделирования, полезности разрабатываемой модели относительно существующей и в сравнении с идеальной моделью. Приведено выражение для прогноза затрат времени на разработку модели.

1.7. Моделювання розвитку складних ієрархічних систем на засадах віральності інновацій

к. е. н., доц. Сергієнко О. А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

к. е. н., доц. Морозова Н. Л.

Навчально-науковий інститут «Каразінський банківський інститут»

Соколова Н. О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

The work proposes to research and modeling of the development of complex hierarchical systems (SIS) based on the virality of developing a certain type of innovation, depending on the level of innovation potential and the results of its use. The virality of innovation is considered, as is the process of diffusion and production of innovation with a view to their implementation, both within a certain system creating innovation and from one system to another, through rapid communication processes, removal of information barriers, and favorable conditions for a rapid acceleration of viral innovation. It has been determined that the virality of innovative development as an effective process of scaling up and penetrating institutional, technological, or socio-institutional innovations and will ensure social and economic progress at the level of systems, structures, territories, regions, industries, increase the competitiveness of the economy as a whole and ensure the strategic sustainability of innovative development.

В роботі пропонується дослідження і моделювання процесів розвитку складних ієрархічних систем (СІС) на засадах віральності розвитку інновацій певного типу в залежності від наявного рівня інноваційного потенціалу та результатів його використання. Розглянуто віральність інновацій, як процес поширення та продукування інновацій з метою їх впровадження, як всередині певної системи, де саме створені інновації, так і від однієї системи до іншої шляхом швидких комунікаційних процесів, зняття інформаційних бар'єрів та сприятливих умов щодо різкого прискорення вірусних інноваційних процесів. Визначено, що віральність інноваційного розвитку, як дієвий процес широкого впровадження та глибокого проникнення нововведень організаційного, техніко-технологічного або соціально-інституційного характеру забезпечить соціальний та економічний прогрес на рівні систем, структур, територій, регіонів,

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

галузей, що підвищить рівень конкурентоспроможності економіки в цілому, та забезпечить стратегічну стійкість інноваційного розвитку.

В работе предлагается исследование и моделирование процессов развития сложных иерархических систем (СИС) на основе виральности развития инноваций определенного типа в зависимости от имеющегося уровня инновационного потенциала и результатов его использования. Рассмотрено виральность инноваций, как процесс распространения и продуцирования инноваций с целью их внедрения, как внутри определенной системы, создающей инновации, так и от одной системы к другой, путем быстрых коммуникационных процессов, снятия информационных барьеров и благоприятных условий для резкого ускорения вирусных инновационных процессов. Определено, что виральность инновационного развития, как действенный процесс широкого внедрения и глубокого проникновения нововведений организационного, технико-технологического или социально-институционального характера обеспечит социальный и экономический прогресс на уровне систем, структур, территорий, регионов, отраслей, повысит уровень конкурентоспособности экономики в целом и обеспечит стратегическую устойчивость инновационного развития.

1.8. Соціально-економічний вимір України в контексті критеріїв якості життя населення: економетричний підхід

к. е. н., доц. Артеменко В. Б.

Львівський торговельно-економічний університет

Артеменко О. В.

ТОВ Гоу Ту-Ю Україна (Львів)

PhD Артеменко Л. В.

директор ТОВ Ту-Ю (Варшава)

Based on the econometric approach, the work highlights and analyzes the links that exist between the integral indicative indicators of the quality of life of the population and the key characteristics of the state socio-economic policy. Approaches to measuring and evaluating the effectiveness of socio-economic policy, which is carried out by the state, in the context of the criteria for the quality of life of the population are proposed. The results of approbation of the proposed approaches are presented on the example of three synthetic indicators: the quality of life of the population, the well-being of the population, the quality of the social sphere.

В роботі на засадах економетричного підходу висвітлюються та аналізуються зв'язки, існуючі між інтегральними індикативними показниками якості життя населення та ключовими характеристиками державної соціально-економічної політики. Пропонуються підходи до вимірювання та оцінювання ефективності соціально-економічної політики, що проводиться державою, в контексті критеріїв якості життя населення. Представлені результати апробації запропонованих підходів на прикладі трьох синтетичних індикаторів: якість населення, добробут населення, якість соціальної сфери.

В работе на основе эконометрического подхода освещаются и анализируются связи, существующие между интегральными индикативными показателями качества жизни населения и ключевыми характеристиками государственной социально-экономической политики. Предлагаются подходы к измерению и оценке эффективности социально-экономической политики, что проводится государством, в контексте критериев качества жизни населения. Представлены результаты апробации предложенных подходов на примере трех синтетических индикаторов: качество населения, благосостояние населения, качество социальной сферы.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

1.9. Analysis of structural features of the development of communities

Bakurova A., Doctor of Science in Economics, professor

Penev V., post-graduate student

Zaporizhzhia Polytechnic National University

Didenko A., Phd, associate professor

Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs

The decentralization processes taking place in Ukraine lead to a multi-stage structure of financing at the level of united territorial communities and to the difficulty of forecasting the dynamics of regional development. Therefore, the subject of the study is methods of analysis of structural features of financing and dynamics of development of united territorial communities of regions of Ukraine. The work aims to develop a method for forecasting the dynamics of development of newly formed communities based on existing ones based on the analysis of their funding structure based on open data sources. Data Mining methods are used for the research, which allows revealing hidden connections and standard regularities - the method of patterns and associative rules. The main results of the study include the constructed patterns of funding structure and development dynamics for the communities of the regions of Southern Ukraine. And also summary tables for the formation of associative rules of comparison of the united territorial communities for forecasting of patterns of dynamics based on patterns of structure. The results will help communities in analyzing their funding structure and development dynamics, in developing individual and joint development plans.

Процеси децентралізації, що відбуваються в Україні призводять до багатоступінчатої структури фінансування на рівні об'єднаних територіальних громад, до складності прогнозування динаміки розвитку регіонів. Тому предмет дослідження складають методи аналізу структурних особливостей фінансування та динаміки розвитку об'єднаних територіальних громад областей України. Метою роботи є розробка методу прогнозування динаміки розвитку новоутворених спільнот за аналогами вже існуючих на основі аналізу їхньої структури фінансування за джерелами відкритих даних. Для дослідження використовуються методи Data Mining, що дозволяють виявляти приховані зв'язки та стандартні закономірності - метод патернів та асоціативних правил. До основних результатів дослідження відносяться побудовані патерни структури фінансування та динаміки розвитку для спільнот областей Півдня України та зведені таблиці для формування асоціативних правил порівняння об'єднаних територіальних громад для прогнозування патернів динаміки на основі патернів структури. Отримані результати допоможуть спільнотам у аналізі їхньої структури фінансування та динаміки розвитку, у розробці індивідуальних та спільних планів розвитку.

Происходящие в Украине процессы децентрализации приводят к многоступенчатой структуре финансирования на уровне объединенных территориальных громад и к сложности прогнозирования динамики развития регионов. Поэтому предмет исследования составляют методы анализа структурных особенностей финансирования и динамики развития объединенных территориальных громад областей Украины. Целью работы является разработка метода прогнозирования динамики развития вновь образованных сообществ по аналогам уже существующих на базе анализа их структуры финансирования на основе источников открытых данных. Для исследования используются методы Data Mining, позволяющие выявлять скрытые связи и стандартные закономерности - метод паттернов и ассоциативных правил. К основным результатам исследования относятся построенные паттерны структуры финансирования и динамики развития для громад областей юга Украины и сводные таблицы для формирования ассоциативных правил сравнения объединенных территориальных громад для прогнозирования паттернов динамики на основе паттернов структуры. Полученные результаты помогут сообществам в анализе их струк-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

туры финансирования и динамики развития, в разработке индивидуальных и совместных планов развития.

ГЛАВА 2 МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Feature engineering на базе динамических факторов для прогнозного моделирования развития и эволюции экономических систем

д. э. н., проф. Витлинский В. В.

к. э. н., доц. Катунина О. С.

Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана

The general scheme of constructing the space of attributes on the basis of dynamic factor models of economic systems for describing their evolution and finding the predicted values of individual indicators is presented. Estimates of the evolution in the base and forecast time intervals of the economic system of world stock indices and the system of indicators of macroeconomics of some European countries and the market of major cryptocurrencies are obtained.

Викладається загальна схема побудови простору ознак на базі динамічних факторних моделей економічних систем для опису їх еволюції і знаходження прогнозних значень окремих показників. Отримано оцінки еволюції в базовому і прогнозному часових інтервалах економічної системи світових фондових індексів і системи показників макроекономіки деяких європейських країн і ринку основних криптовалют.

Излагается общая схема построения пространства признаков на базе динамических факторных моделей экономических систем для описания их эволюции и нахождения прогнозных значений отдельных показателей. Получены оценки эволюции в базовом и прогнозном временных интервалах экономической системы мировых фондовых индексов, системы показателей макроэкономики некоторых европейских стран и рынка основных криптовалют.

2.2. Моделі використання реальних опціонів для прийняття інвестиційних рішень

д. е. н., проф. Буртняк І. В.

к. ф.-м. н., доц. Малицька Г. П.

ДВНЗ Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

The use of real options for making managerial investment decisions for the exit of enterprises into new markets is proposed. The pricing methods used to date in this area are incomplete, since they do not take into account the value of securities when managing a company under unstable conditions. Valuation of real options helps to mitigate the significant shortcomings of traditional financial calculation methods and to apply quantitative approaches to investment decisions where traditional methods do not work. This means the possibility of a more adequate analysis of strategic decisions. By analyzing the pricing of real options, one can assess the ability of an enterprise to adapt to the conditions of instability. The use of methods for assessing real options is currently very promising in strategic investment design, namely, managers can more quickly take into account the emergence of new information in the market.

Запропоновано використання реальних опціонів для прийняття управлінських інвестиційних рішень для виходу підприємств на нові ринки. Методи ціноутворення, які застосовувались до цього часу, в

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

цій області є неповними, оскільки вони не враховують вартості цінних паперів при управлінні компанією у нестабільних умовах. Оцінка реальних опціонів допомагає пом'якшити істотні недоліки традиційних методів фінансових розрахунків і застосовувати кількісні підходи по відношенню до інвестиційних рішень там, де традиційні методи не працюють. Це означає можливість більш адекватного аналізу стратегічних рішень. Аналізуючи ціноутворення реальних опціонів можна оцінити здатність підприємства адаптуватися умовах нестабільності. Використання методів оцінки реальних опціонів на даний момент є дуже перспективним при стратегічному інвестиційному проектуванні, а саме менеджери можуть оперативніше враховувати появу нової інформації на ринку.

Предложено использование реальных опционов для принятия управленческих инвестиционных решений выхода предприятий на новые рынки. Методы ценообразования, которые применялись до сих пор, в этой области являются неполными, поскольку они не учитывают стоимости ценных бумаг при управлении компанией в нестабильных условиях. Оценка реальных опционов помогает смягчить существенные недостатки традиционных методов финансовых расчетов и применять количественные подходы по отношению к инвестиционным решениям там, где традиционные методы не работают. Это означает возможность более адекватного анализа стратегических решений. Анализируя ценообразования реальных опционов можно оценить способность предприятия адаптироваться условиям нестабильности. Использование методов оценки реальных опционов на данный момент является очень перспективным при стратегическом инвестиционном проектировании, а именно менеджеры могут оперативно учитывать появление новой информации на рынке.

2.3. Detecting payment card fraud with auto machine learning

Mints A., Doctor of Science in Economics, associate professor

Sidelov P., Postgraduate Student

SHEI Pryazovskyi State Technical University (Ukraine)

This research explores gross losses from payment card fraud worldwide and considers the main modern fraud methods. Particular attention is paid to identifying fraudulent transactions using artificial intelligence and automatic machine learning methods, specifically H2O Driverless AI. The results of the research are presented and analyzed.

Досліджено світову статистику валових збитків від шахрайств з платіжними картками, розглянуто основні сучасні методи їх здійснення. Особливу увагу приділено виявленню шахрайських транзакцій за допомогою методів штучного інтелекту та автоматичного машинного навчання, а саме H2O Driverless AI. Наведено та проаналізовано отримані результати проведеного дослідження.

Исследована мировая статистика валовых убытков от мошенничества с платежными картами, рассмотрены их основные современные методы. Особое внимание уделено выявлению мошеннических транзакций с помощью методов искусственного интеллекта и автоматического машинного обучения, а именно H2O Driverless AI. Приведены и проанализированы полученные результаты проведенного исследования.

2.4. Permutation based complexity measures and crashes

Soloviev V., Doctor of Science, professor

Bielinskiy A., student

Kryvyi Rih State Pedagogical University

Matviychuk A., Doctor of Science, professor

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Serdyuk O., PhD, associate professor

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

A comprehensive analysis of permutation measures of the complexity of economic systems is performed by calculating the permutation entropy and the Kullback-Leibler divergence within the algorithm of a sliding window. A comparative analysis of these measures with the daily values of the Dow Jones index, WTI oil prices and Bitcoin prices indicate the possibility of their use as indicators-precursors of the known crashes in selected markets.

Проведено комплексний аналіз пермутаційних мір складності економічних систем шляхом розрахунку у рамках алгоритму ковзного вікна ентропії перестановок та дивергенції Кульбака-Лейблера. Порівняльний аналіз вказаних мір з щоденними значеннями індексу Доу Джонса, ціни нафти марки WTI та ціни Біткоїна свідчать про можливість їх використання у якості індикаторів передвісників відомих крахів на обраних ринках.

Проведен комплексный анализ пермутационных мер сложности экономических систем путем расчета в рамках алгоритма скользящего окна энтропии перестановок и дивергенции Кульбака-Лейблера. Сравнительный анализ указанных мер с ежедневным значениям индекса Доу Джонса, цены нефти марки WTI и цены Биткоина свидетельствуют о возможности их использования в качестве индикаторов-предвестников известных крахов на избранных рынках.

2.5. Формування модельного базису системи управління фінансово-економічною безпекою

д. е. н., проф. Григорук П. М.

д. е. н., проф. Хрущ Н. А.

Пайонк О. П.

Хрущ В. О.

Хмельницький національний університет

The issues related to the formation of the business entities' financial and economic security management system are considered. An analysis of studies in this area, which revealed the main results and identified a list of tasks that are key ones to the formation and development of financial and economic security management system. It is established that an important tool in the process of formation and adoption of scientifically sound managerial decisions regarding the solution of selected problems is economic and mathematical modeling. Based on these tasks and summarizing the results of the research, the structure of the model basis of the financial and economic security management system has been shaped.

Розглядаються питання, пов'язані з формуванням системи управління фінансово-економічної безпеки суб'єктів господарювання. Наведений аналіз досліджень в цій царині, який дозволив виявити основні результати та визначити перелік завдань, вирішення яких є ключовими при формуванні та розвитку системи управління фінансово-економічної безпеки. Встановлено, що важливим інструментом в

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

процесах формування та ухвалення науково-обґрунтованих управлінських рішень стосовно вирішення виокремлених завдань є економіко-математичне моделювання. Ґрунтуючись на цих завданнях та узагальнюючи результати проведених досліджень, сформовано структуру модельного базису системи управління фінансово-економічною безпекою.

Рассматриваются вопросы, связанные с формированием системы управления финансово-экономической безопасностью субъектов хозяйствования. Приведен анализ исследований в этой области, позволяющий выявить основные результаты и определить перечень задач, решение которых являются ключевыми при формировании и развитии системы управления финансово-экономической безопасностью. Установлено, что важным инструментом в процессах формирования и принятия научно обоснованных управленческих решений по решению выделенных задач является экономико-математическое моделирование. Основываясь на этих задачах и обобщая результаты проведенных исследований, сформирована структура модельного базиса системы управления финансово-экономической безопасностью.

2.6. AI at banking services

Ustenko S., Doctor of Science in Economics, professor

Ostapovych T., post-graduate student

State Higher Education Institution “Vadym Hetman Kyiv National Economic University”

The relevance of the research topic is since, in market conditions, banking products, services, and services play a key role in the functioning of the financial system and the country's market. This causes an urgent need to build intelligent information systems for the interaction of banking institutions with the user, to attract artificial intelligence, including neural networks. The main feature of such systems is that they have the property of machine learning and with each new training the system improves its performance. The article takes into account the peculiarities of using banking services technology to provide banking services to customers. Architectural approaches to building an intelligent information system for banking services using the interactive query service Amazon Athena, cloud service Amazon Machine Learning and web service Amazon RDS are proposed. Such a system provides an opportunity to significantly improve the process of sending messages to the bank's customers with the possibility of further provision of the service. Another important component of the system is the integration with the mobile application, which will allow the bank to provide alerts with greater efficiency.

Актуальність теми дослідження обумовлюється тим, що у ринкових умовах банківські продукти, послуги та сервіси відіграють ключову роль у функціонуванні фінансової системи та ринку країни. Зазначене обумовлює нагальну потребу в побудові інтелектуальних інформаційних систем взаємодії банківських інституцій з користувачем, в залученні засобів штучного інтелекту, зокрема нейронних мереж. Основною особливістю таких систем в тому, що вони мають властивість до машинного навчання і з кожним новим навчанням система покращує свої показники роботи. В статті враховано особливості використання технології банківських сервісів для надання клієнтам банківських послуг. Запропоновано архітектурні підходи до побудови інтелектуальної інформаційної системи надання банківських послуг з використанням інтерактивної служби запитів Amazon Athena, хмарного сервісу Amazon Machine Learning та веб-служби Amazon RDS. Така система надає можливість суттєво удосконалити процес надсилання повідомлень для клієнтів банку з можливістю подальшого надання послуги. Також важливою складовою системи є інтеграція з мобільним додатком, що дасть змогу для банку надавати оповіщення з більшою ефективністю.

Актуальность темы исследования определяется тем, что в рыночных условиях банковские продукты, услуги и сервисы играют ключевую роль в функционировании финансовой системы и рынка страны. Указанное обуславливает настоятельную потребность в построении интеллектуальных инфор-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

мационных систем взаимодействия банковских институтов с пользователем, в привлечении средств искусственного интеллекта, в частности нейронных сетей. Основной особенностью таких систем в том, что они имеют свойство к машинного обучения и с каждым новым обучением система улучшает свои показатели работы. В статье учтены особенности использования технологии банковских сервисов для предоставления клиентам банковских услуг. Предложено архитектурные подходы к построению интеллектуальной информационной системы предоставления банковских услуг с использованием интерактивной службы запросов Amazon Athena, облачного сервиса Amazon Machine Learning и веб-службы Amazon RDS. Такая система позволяет существенно усовершенствовать процесс отправки сообщений для клиентов банка с возможностью дальнейшего предоставления услуги. Также важной составляющей системы является интеграция с мобильным приложением, которое позволит для банка предоставлять оповещения с большей эффективностью.

2.7. Модель прогнозування індексу долара

CSc, проф. Цибакова В.

*Школа економіки та менеджменту в публічному адмініструванні в Братиславі
(Словакія)*

к. е. н., доц. Чернова Н. Л.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

к. е. н., доц. Полякова О. Ю.

Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України

The aim of the research is to build a structural model that describe dependences between the dollar index and some exogenous factors. To achieve the goal, the following tasks were solved: the role and value of the US dollar in the world economy were analyzed; the set of factors that affect the dynamics of the dollar index has been identified; the calculations of the predicted values of the dollar index were carried out based on various scenarios of the exogenous factors behavior.

Метою роботи є побудова структурної моделі залежності індексу долара від факторів, що впливають на нього. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі: проаналізовано роль і значення долара США у світовій економіці; визначено безліч факторів, що впливають на динаміку індексу долара; розроблена модель залежності індексу долара від факторів, що впливають на нього; здійснені розрахунки прогнозних значень індексу долара на основі різноманітних сценаріїв поведінки екзогенних факторів моделі.

Целью работы является построение структурной модели зависимости индекса доллара от влияющих на него факторов. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проанализированы роль и значение доллара США в мировой экономике; определено множество факторов, оказывающих влияние на динамику индекса доллара; разработана модель зависимости индекса доллара от влияющих на него факторов; осуществлены расчеты прогнозных значений индекса доллара на основе различных сценариев поведения экзогенных факторов модели.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

2.8. Models and methodological bases for analyzing the investment attractiveness of thermal power facilities in the context of the need to develop a competitive market in Ukraine in order to protect the economic interests of consumers

*Yushchenko N., PhD, Associate Professor
Khmelnitskyi National University*

The aim of the work is to analyze the state of the district heating system and the dynamics of capital investments in Ukraine, as well as systematize and classify the models and methods for assessing the investment attractiveness of thermal energy facilities in the competence of municipalities and its management in accordance with the national strategy “Vectors of Economic Development 2030”, according to which Centers should be created under local self-government bodies responsible for coordinating the reform of communal property, which, on the basis of partnership between the state, business, science and the public, should independently form incentives and levers to attract investments to the region for a radical change in the functioning of thermal generation and heating networks, promote development local energy initiatives, in particular small and medium-sized businesses in the energy sector, generation and supply of electricity and heat, taking into account regional characteristics.

Метою роботи є аналіз стану системи централізованого теплопостачання та динаміки капітальних інвестицій в Україні, а також систематизація та аспекти класифікації моделей і методів оцінки інвестиційної привабливості об'єктів теплоенергетики в компетенції муніципалітетів та управління нею відповідно до національної стратегії «Вектори економічного розвитку 2030», якою передбачене створення при органах місцевого самоврядування центрів, що відповідатимуть за координацію реформування комунальної власності, і які на базі партнерства держави, бізнесу, науки і громадськості мають самостійно формувати стимули і важелі для залучення в регіон інвестицій для кардинальної зміни функціонування теплової генерації та тепломереж, сприяти розвитку місцевих енергетичних ініціатив, зокрема малого та середнього підприємництва в енергетичній сфері, генерації та постачання електричної і теплової енергії з урахуванням регіональних особливостей.

Целью работы является анализ состояния системы централизованного теплоснабжения и динамики капитальных инвестиций в Украине, а также систематизация и аспекты классификации моделей и методов оценки инвестиционной привлекательности объектов теплоэнергетики в компетенции муниципалитетов и управления ею в соответствии с национальной стратегией «Векторы экономического развития 2030», согласно которой должны быть созданы центры при органах местного самоуправления, отвечающие за координацию реформирования коммунальной собственности, которые на базе партнёрства государства, бизнеса, науки и общественности должны самостоятельно формировать стимулы и рычаги для привлечения в регион инвестиций для кардинального изменения функционирования тепловой генерации и тепловых сетей, содействовать развитию местных энергетических инициатив, в частности малого и среднего предпринимательства в энергетической сфере, генерации и поставки электрической и тепловой энергии с учётом региональных особенностей.

2.9. Logical reliability model study of the blockchain technology

Ivanov R., Doctor of Science in Economics, Associate Professor

Busygin V., post-graduate student

Oles Honchar Dnipro National University

Kozenkova V., assistant

National Metallurgical Academy of Ukraine

The paper presents a systematic analysis of blockchain technology and its application features with the internal logic (encryption, consensus) consideration. It is shown that one of the blockchain's main problems is data reliability, which determines the need for practical encryption algorithms. Such algorithms should ensure sufficient cryptographic strength for network information, allowing the digital signature implementation. The paper considers unique algorithms for concurrent access and resolution collision within the network. It is shown that blockchain technology allows directly carrying out a transaction with any participant in this network. That creates the processing core of "decentralized autonomous organizations," which should be seen as a new type of organization similar to a digital organization. Blockchain solutions form a secure and decentralized service for processing transactions. For clarity of algorithms' analysis for competitive access of blockchain technology, the schemes of contradictions for decentralized data storage and the scheme of contradictions of trust in the system have been clarified.

У роботі представлений системний аналіз технології блокчейн і особливостей її застосування, розглянута внутрішня логіка (шифрування, консенсус). Показано, що однією з головних проблем блокчейн є достовірність даних, це визначає необхідність застосування ефективних алгоритмів шифрування. Такі повинні гарантувати достатню криптографічний стійкість для інформації в мережі, а також дозволяти реалізувати цифровий підпис. Розглянуто спеціальні алгоритми конкурентного доступу і вирішення колізій в мережі. Показано, що, технологія блокчейн дозволяє безпосередньо здійснювати транзакції з будь-якими учасниками даної мережі. Це створює процесингове ядро «децентралізованих автономних організацій», які слід розглядати як організацію нового типу, подібна до цифрової організації. Рішення на основі блокчейнов утворюють безпечний і децентралізований сервіс для обробки транзакцій. Для наочності аналізу алгоритмів конкурентного доступу технології блокчейн уточнені схема протиріч для децентралізованого зберігання даних і схема протиріч довіри до системи.

В работе представлен системный анализ технологии блокчейн и особенностей ее применения, рассмотрена внутренняя логика (шифрование, консенсус). Показано, что одной из главной проблем блокчейн является достоверность данных, это определяет необходимость применения эффективных алгоритмов шифрования. Такие должны гарантировать достаточную криптографическую стойкость для информации в сети, а также позволять реализовать цифровую подпись. Рассматриваются специальные алгоритмы конкурентного доступа и разрешения коллизий в сети. Показано, что, технология блокчейн позволяет напрямую осуществить транзакцию с любым участником данной сети. Это создает процессинговое ядро «децентрализованных автономных организаций», которые следует рассматривать как организацию нового типа, которая подобна цифровой организации. Решения на основе блокчейнов образуют безопасный и децентрализованный сервис для обработки транзакций. Для наглядности анализа алгоритмов конкурентного доступа технологии блокчейн уточнены схемы противоречий для децентрализованного хранения данных и схема противоречий доверия к системе.

2.10. Passing through COVID-19 financial shock by Artificial Intelligence ETFs: changes in risk-return correspondence

Kaminskyi A. B., Doctor of Science in Economics, professor

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Nehrey M. V., Phd, associate professor

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

The paper devoted to the analysis of COVID-induced financial shock impact for high tech companies specializing in artificial intelligence development. As an object of research was considered passage of shock for sample from 11 AI and 20 FAANG exchange-traded funds (ETFs). The analysis focuses on considering investment risk and return correspondence through shock time dynamics. Three-time intervals were used for the study: before the shock, shock explicitly, aftershock. Two indicators have been introduced for coupling the deepness of falling and recovery. Both groups of ETFs demonstrated good recovery in the selected time intervals. In the periods “before shock” and “aftershock”, risk-return correspondence is considered by applying two approaches: variability and Value-at-Risk. Both approaches show an increased risk in the post-shock period but degrees of it different for AI and FAANG ETFs. Average returns were increased in group AI ETFs and slightly decreased for FAANG ETFs. Comparison with the recovery of S&P500 was investigated.

Стаття присвячена аналізу впливу фінансового шоку, що спричинений COVID, на високотехнологічні компанії, які спеціалізуються на розробці штучного інтелекту. Об'єктом дослідження були процеси реагування на шок одинадцяти ETF компаній, що працюють у сфері штучного інтелекту та двадцяти ETF компаній FAANG. Проведено аналіз інвестиційного ризику та ризик-доходності упродовж шоківого періоду. Для дослідження використано три часові інтервали: до шоку, шок, після шоку. Запропоновано два показники для дослідження глибини падіння та відновлення. Обидві групи ETF продемонстрували хороше відновлення у вибрані інтервали часу. У періоди «до шоку» та «після шоку» відповідність ризик-доходності розглядається із застосуванням двох підходів: волатильності та Value-at-Risk. Обидва підходи демонструють підвищений ризик у період після шоку, але ступінь його різниться для AI та FAANG ETF. Середня прибутковість була збільшена в ETF групи AI та дещо знижена для ETF FAANG. Проведено порівняння із S&P500.

Статья посвящена анализу влияния финансового шока, спровоцированного COVID, на высокотехнологическую компанию, специализирующуюся на разработке искусственного интеллекта. Объектом исследования были процессы реагирования на шок одиннадцати ETF компаний, работающих в сфере искусственного интеллекта и двадцати ETF компаний FAANG. Проведен анализ инвестиционного риска и риск-доходности в течение шоківого периода. Для исследования использованы три временные интервалы: до шока, шок, после шока. Предложены два показателя для исследования глубины падения и восстановления. Обе группы ETF продемонстрировали хорошее восстановление в избранные интервалы времени. В периоды «до шока» и «после шока» соответствие риск-доходности рассматривается с применением двух подходов: волатильности и Value-at-Risk. Оба подхода демонстрируют повышенный риск в период после шока, но степень его отличается для AI и FAANG ETF. Средняя доходность была увеличена в ETF группы AI и несколько снижена для ETF FAANG. Проведено сравнение с S&P500.

ГЛАВА 3

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

3.1. Концепт соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів

д. е. н., проф. Даніч В. М.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

к. е. н., доц. Татар М. С.

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Socio-economic interaction of economic entities in the context of global challenges is proposed to be considered in the form of four logically interconnected blocks – theoretical-explanatory interaction basis, content (paradigmatic-methodological), applied and managerial interaction basis, which will complex cover possible interaction aspects. Within the epistemological research field, the definitions of "interaction" as social, economic, philosophical, psychological and managerial categories are analyzed. The providing subsystems of social and economic interaction in the conditions of global challenges are determined, among which the normative-legal, financial, logistical, personnel, informational, logistic, infrastructural, psychological, scientific, institutional, organizational supporting subsystems are singled out and characterized. Within the content (paradigmatic-methodological) research basis it is offered to single out paradigmatic positions and methodological basis. During the applied basis of interaction implementation, a diagnostic and prognostic field and modeling of business entities socio-economic interaction in the context of global challenges are proposed. Within the management base of interaction it is planned to make well-considered management decisions to improve the interaction, based on the theoretical-content-applied research basis.

Соціально-економічну взаємодію суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів запропоновано розглядати у вигляді чотирьох логічно взаємопов'язаних блоків – теоретико-експлейнарного базису взаємодії, змістовного (парадигмально-методологічного), прикладного і управлінського базису, що дозволить комплексно охопити можливі аспекти взаємодії. У межах гносеологічного поля дослідження проаналізовано дефініції «взаємодії» як соціальної, економічної, філософської, психологічної та управлінської категорій. Визначено забезпечуючі підсистеми соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів, серед яких виділено й охарактеризовано нормативно-правову, фінансову, матеріально-технічну, кадрову, інформаційну, логістичну, інфраструктурну, психологічну, наукову, інституційну, організаційну забезпечуючі підсистеми. У межах змістовного (парадигмально-методологічного) базису дослідження запропоновано виокремити парадигмальні положення та методологічне підґрунтя. Під час реалізації прикладного базису взаємодії запропоновано діагностико-прогностичне поле та моделювання соціально-економічної взаємодії суб'єктів господарювання в умовах глобальних викликів. У межах управлінського базису взаємодії планується прийняття виважених управлінських рішень з покращення взаємодії, заснованому на теоретико-змістовно-прикладному базисі дослідження.

Социально-экономическое взаимодействие субъектов хозяйствования в условиях глобальных вызовов предложено рассматривать в виде четырех логически взаимосвязанных блоков – теоретико-эксплейнарного базиса взаимодействия, содержательного (парадигмально-методологического), прикладного и управленческого базиса, что позволит комплексно охватить возможные аспекты взаимодействия. В рамках гносеологического поля исследования проанализированы дефиниции «взаимодействия» как

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

социальной, экономической, философской, психологической и управленческой категорий. Определены обеспечивающие подсистемы социально-экономического взаимодействия субъектов хозяйствования в условиях глобальных вызовов, среди которых выделены и охарактеризованы нормативно-правовая, финансовая, материально-техническая, кадровая, информационная, логистическая, инфраструктурная, психологическая, научная, институциональная, организационная обеспечивающие подсистемы. В рамках содержательного (парадигмально-методологического) базиса исследования предложено выделить парадигмальные положения и методологическое обоснование. При реализации прикладного базиса взаимодействия предложено диагностико-прогностическое поле и моделирование социально-экономического взаимодействия субъектов хозяйствования в условиях глобальных вызовов. В рамках управленческого базиса взаимодействия планируется принятие взвешенных управленческих решений по улучшению взаимодействия, основанных на теоретико-содержательно-прикладном базисе исследования.

3.2. Моделювання маркетингового міксу фармацевтичних компаній на базі Data Science технологій

д. е. н., проф. Черняк О. І.

Фаренюк Я.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

The article contains the results of the application of Data Science technologies (including machine learning and regression analysis) to modeling the results of marketing activities of pharmaceutical companies in Ukraine. Based on the results obtained, the article explains in detail the impact of key elements of the marketing mix (penetration of pharmacy chains, pricing policy, advertising activity of the brand and its competitors in all communication channels) on the company's sales and market share. According to the study, the article contains recommendations for optimizing the marketing strategy to maximize sales and strengthen the company's position in the market.

Стаття містить результати застосування Data Science технологій (включаючи машинне навчання та регресійний аналіз) для моделювання результатів маркетингової діяльності фармацевтичних компаній в Україні. На основі отриманих результатів у статті детально вивчено вплив ключових елементів комплексу маркетингу (пенетрація аптечних мереж, цінова політика, рекламна активність бренду та його конкурентів у всіх каналах комунікації) на продажі компанії та частку ринку, яку вона займає. Відповідно до проведеного дослідження сформовано рекомендації щодо оптимізації маркетингової стратегії для максимізації продажів та посилення позицій компанії на ринку.

Статья содержит результаты применения Data Science технологий (включая машинное обучение и регрессионный анализ) для моделирования результатов маркетинговой деятельности фармацевтических компаний в Украине. На основе полученных результатов в статье подробно изучено влияние ключевых элементов комплекса маркетинга (пенетрация аптечных сетей, ценовая политика, рекламная активность бренда и его конкурентов во всех каналах коммуникации) на продажи компании и долю рынка, которую она занимает. Согласно проведенному исследованию сформированы рекомендации по оптимизации маркетинговой стратегии для максимизации продаж и усиления позиций компании на рынке.

3.3. Моделирование влияния рефлексивных инструментов управления на процесс принятия потребительских решений

д. э. н., доц. Минц А. Ю.

к. э. н., асс. Маврина М. И.

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» (Украина)

The article discusses methods for analyzing the influence of reflexive control tools on consumer behavior in the «seller – consumer – competitors» system. In this case, consumers and competitors are divided into groups. The essence of reflexive influences on consumer demand is described. The structure of the input data for analysis and methods of processing this data are considered. The results enable us to determine the prospects of reflexive effects on consumers.

У статті розглядаються методи аналізу впливу інструментів рефлексивного управління на поведінку споживачів в системі «комерційне підприємство – споживач – конкуренти». При цьому споживачі і конкуренти розбиті на групи. Описується сутність рефлексивних впливів на споживчий попит. Розглядається структура вхідних даних для аналізу і методи обробки цих даних. Результати дослідження дозволяють визначити перспективи рефлексивних впливів на споживачів.

В статье рассматриваются методы анализа влияния инструментов рефлексивного управления на поведение потребителей в системе «коммерческое предприятие – потребитель – конкуренты». При этом потребители и конкуренты разбиты на группы. Описывается сущность рефлексивных воздействий на потребительский спрос. Рассматривается структура входных данных для анализа и методы обработки этих данных. Результаты исследования позволяют определить перспективы рефлексивных воздействий на потребителей.

3.4. Моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів у маркетинговій діяльності підприємств

д. е. н., доц. Турлакова С. С.

проф. економіст Шуміло Я. М.

Інститут економіки промисловості НАН України

Modeling of processes of reflexive management of behavior of consumers in the marketing activity of enterprise is carried out. The order of actions of the subject of management at each stage of modeling is presented. The developed economic and mathematical model of reflexive management of consumer behavior is aimed at maximizing profits from marketing activities of enterprises and allows to increase the efficiency and validity of decisions regarding the management of consumer behavior to increase the competitive advantages of enterprises.

Проведено моделювання процесів рефлексивного управління поведінкою споживачів в маркетинговій діяльності підприємства. Представлено порядок дій суб'єкта управління на кожному з етапів моделювання. Розроблена економіко-математична модель рефлексивного управління поведінкою споживачів спрямована на максимізацію прибутку від маркетингової діяльності підприємств та дозволяє підвищити ефективність та обґрунтованість прийняття рішень щодо управління поведінкою споживачів для підвищення конкурентних переваг підприємств.

Проведено моделирование процессов рефлексивного управления поведением потребителей в маркетинговой деятельности предприятия. Представлен порядок действий субъекта управления на каждом этапе моделирования. Разработанная экономико-математическая модель рефлексивного управления поведением потребителей направлена на максимизацию прибыли от маркетинговой деятельности пред-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

приятый и позволяет повысить эффективность и обоснованность принятия решений относительно управления поведением потребителей для повышения конкурентных преимуществ предприятий.

3.5. Методи системного аналізу в управлінні проєктною діяльністю суб'єктів малого підприємництва

к. е. н., доц. Панасенко О. В.

к. е. н., доц. Чаговець Л. О.

маг. Шпак А. В.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

к. ф.-м. н., доц. Щербакова Ю.А.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

The issue of project activity management of a small enterprise is considered in the article. The complex of evaluation and analysis models of business project management processes for the creation of an apiary on the region was proposed. It allows to improve the quality of formation and decision making, reengineering of business processes of a small enterprise. The model of choosing the best alternative – a breed of bees was provided by the analysis of the subject area. The model allows to optimize the process of building a project management system. Possible alternatives for project financing were assessed and the general model of the apiary project on the territory of Ternovatka settlement was built. The further optimization of the model according to the criteria of cost and time is carried out using the results of conducted modeling. The proposed models are the basis for the development of a detailed business plan for a small business. The complex allows to assess the economic condition of the enterprise and generate recommendations for optimization business processes.

У роботі розглянуто питання управління проєктною діяльністю малого підприємства. Запропоновано комплекс моделей оцінки та аналізу процесів управління бізнес-проєктом зі створення пасіки на території вітчизняної ОТГ, який дозволяє підвищити якість формування та ухвалення рішень з моделювання та реінжинирингу бізнес-процесів малого підприємства. На підставі аналізу предметної галузі розроблено модель вибору найкращої альтернативи – породи бджіл, що дозволяє оптимізувати процес вибудови системи управління проєктом. Оцінено можливі альтернативи фінансування проєкту та побудовано загальну модель проєкту зі створення пасіки на території населеного пункту Терноватка. На підставі проведеного моделювання здійснено подальшу оптимізацію моделі за критеріями вартості та часу. Запропоновані моделі є базисом для розробки деталізованого бізнес-плану для малого підприємства та дозволяють в подальшому оцінити економічний стан підприємства та сформулювати рекомендації з удосконалення окремих бізнес-процесів.

В работе рассмотрены вопросы управления проектной деятельностью малого предприятия. Предложен комплекс моделей оценки и анализа процессов управления бизнес-проектом по созданию пасеки на территории отечественной ОТГ, который позволяет повысить качество формирования и принятия решений по моделированию и реинжинирингу бизнес-процессов малого предприятия. На основании анализа предметной области разработана модель выбора наилучшей альтернативы – породы пчел, позволяющей оптимизировать процесс выстраивания системы управления проектом. Оценены возможные альтернативы финансирования проектом и построена общая модель проекта создания пасеки на территории населенного пункта Терноватка. На основании проведенного моделирования выполнена дальнейшая оптимизация модели по критериям стоимости и времени.

3.6. Науково-методичний підхід до моніторингу опору персоналу організаційним змінам на підприємстві

д. е. н., проф. Лена Р. М.

к. е. н. Сташкевич І. І.

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

A scientific and methodological approach to monitoring organizational resistance in the enterprise, based on systematic monitoring of indicators of support for organizational change with subsequent response to potential or existing organizational resistance based on analysis of causes and possible consequences, informing responsible persons, developing and implementing a response to improve prompt response to threats of organizational resistance in the process of organizational change.

Розроблено науково-методичний підхід до моніторингу організаційного опору в колективі підприємства, заснований на систематичному відстеженні показників підтримки організаційних змін з подальшим реагуванням на потенційний або існуючий організаційний опір на основі аналізу причин і можливих наслідків, інформування відповідальних осіб, розробки та реалізації реакції, що дозволяє підвищити оперативність реагування на загрози організаційного опору в процесі здійснення організаційних змін.

Разработаны научно-методический подход к мониторингу организационного сопротивления в коллективе предприятия, основанный на систематическом отслеживании показателей поддержки организационных изменений с последующим реагированием на потенциальное или существующее организационное сопротивление на основе анализа причин и возможных последствий, информирование ответственных лиц, разработки и реализации реакции, позволяет повысить оперативность реагирования на угрозы организационного сопротивления в процессе осуществления организационных изменений.

3.7. Теоретичні аспекти моделювання освітньої та професійної підготовки майбутніх фахівців

д. п. н., проф. Колбіна Т. В.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

The article deals with theoretical aspects of modelling educational and professional training of future specialists. It is grounded that modelling is an important method of pedagogical cognition. To form students' professional competences, it is necessary to build a pedagogical system and substantiate its components, project a technology of studying and develop the means of managing students' educational activity at each of its stage.

Розглянуто теоретичні аспекти моделювання освітньої і професійної підготовки майбутніх фахівців. Обґрунтовано, що моделювання є важливим методом педагогічного пізнання. Для формування професійних компетентностей студентів необхідно побудувати педагогічну систему й обґрунтувати її компоненти, спроектувати технологію навчання і розробити засоби управління навчальною діяльністю студентів на кожному з її етапів.

Рассмотрены теоретические аспекты моделирования образовательной и профессиональной подготовки будущих специалистов. Обосновано, что моделирование является важным методом педагогического познания. Для формирования профессиональных компетентностей студентов необходимо построить педагогическую систему и определить её компоненты спроектировать технологию обучения и разработать средства управления учебной деятельностью студентов на каждом из этапов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ АННОТАЦИИ

3.8. Системний аналіз методик оцінки якості електронних курсів

д. е. н., проф. Пономаренко В. С.

к. е. н., доц. Яценко Р. М.

маг. Яковлев А. А.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

The research is devoted to the systematic analysis of methods for assessing the quality of e-learning courses. The existing methods in the world used by various organizations in the educational process were analyzed. The analysis was aimed at determining the advantages and disadvantages of the methods, the level of standardization and validity of the proposed criteria was investigated. As a result, recommendations for their application in practice were offered.

Дослідження присвячено системному аналізу методик оцінки якості електронних навчальних курсів. Було проаналізовано існуючі в світі методики, що застосовують в освітньому процесі різні організації. Проведений аналіз було спрямовано на визначення переваг та недоліків методик, досліджено рівень стандартизації та обґрунтованості запропонованих критеріїв. В результаті було запропоновано рекомендації до їх застосування на практиці.

Исследование посвящено системному анализу методик оценки качества электронных учебных курсов. Были проанализированы существующие в мире методики, применяемые в образовательном процессе различными организациями. Проведенный анализ был направлен на определение преимуществ и недостатков методик, исследован уровень стандартизации и обоснованности предложенных критериев. В результате было предложено рекомендации к их применению на практике.

3.9. Інформаційна економіка як головна рушійна сила розвитку сучасних освітніх процесів

асп. Заржецький В. І.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

The paper considers the concept of «Information Economy»: the preconditions of formation, history of development and characteristic features. It also provides our own definition of this concept. The paper also analyzes the requirements and capabilities of modern educational processes in the information economy. Distance learning is considered as the main trend of modern educational processes and massive open online courses – as the main product of the development of distance learning in the information economy.

У роботі розглянуто поняття «Інформаційна економіка»: передумови становлення, історія розвитку та характерні риси. Також надано власне визначення цього поняття. Також у роботі проаналізовано вимоги та можливості сучасних освітніх процесів в умовах інформаційної економіки. Розглянуто дистанційне навчання як головну тенденцію сучасних освітніх процесів та масові відкриті онлайн курси як основний продукт розвитку дистанційного навчання в умовах інформаційної економіки.

В работе рассмотрено понятие «Информационная экономика»: предпосылки становления, история развития и характерные черты. Также предоставлено собственное определение этого понятия. Также в работе проанализированы требования и возможности современных образовательных процессов в условиях информационной экономики. Рассмотрены дистанционное обучение как главная тенденция современных образовательных процессов и массовые открытые онлайн курсы как основной продукт развития дистанционного обучения в условиях информационной экономики.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

**МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
В УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ**

Печатается в авторской редакции

Editorial Board:

Nadiya DUBROVINA, Associate Professor, CSc., PhD.
School of Economics and Management in Public Administration

Stanislav FILIP, Associate Professor, PhD.
School of Economics and Management in Public Administration

Michal FABUŠ, PhD.
School of Economics and Management in Public Administration

Editorial Office:

School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava
Furdekova 16
851 04 Bratislava 5
tel.: +421 905 864 457
sekretariat@vsemvs.sk
www.vsemvs.sk

Authors are responsible for content of the materials.

SSYSTEMS ANALYSIS MODELS IN THE ECONOMIC PROCESSES MANAGEMENT

The monograph examines models of systems analysis in the management of economic processes at the macro, meso and micro levels. Models of neural networks for solving the problems of dynamic clustering of economic systems by the level of resistance to the impact of "shocks", machine learning models for managing the safety of socio-economic systems, models for assessing the level of social tension, models for the development of complex socio-economic systems, models for structural analysis of the development of territorial formations have been developed. Special attention is paid to systemic modeling of financial processes and organizations' management. The paper proposes models of financial security management, models for early recognition of crises, models for making optimal investment decisions, con-siders the possibilities of using methods and models of data mining in the banking sector, pro-poses models for forming a marketing mix of companies based on DATA SCIENCE technol-ogies, models for monitoring personnel resistance to organizational changes, models of system analysis in the project activities of organizations management .