SYSTEM ANALYSIS AND MODELING OF CONTROL PROCESSES

Monograph

Bratislava-Kharkiv, 2020

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

Монография

Братислава-Харьков, 2020

Ponomarenko, Volodymyr,
Klebanova, Tamara,
Guryanova Lidiya
System analysis and modeling of control processes
/ Volodymyr Ponomarenko, Tamara Klebanova, Lidiya Guryanova, 2020

ISBN 978-80-89654-64-2

Authors: Ponomarenko V. – preface, p.1.5; Klebanova T. – preface, pp.1.2, 2.2, 2.5, 3.4; Cibakova V. – preface; Bogachkova L. – pp.1.2, 1.3; Burtnyak I. – p.1.1; Guryanova L. – pp.1.2, 2.4; Kaminskyi A. – p.3.5; Lepa R. – p.2.1; Malchyk M. – p.2.6; Osadcha N. – p.2.3; Poluektova N. – p.3.4; Porokhnya V. – p.3.1; Ustenko S. – p.3.3; Bogomolov A. – p.1.4; Chagovets L. – p.3.7; Chernova N. – p.2.7; Denisova O. – p.3.6; Dubrovina N. – p.2.4; Dziuba S. – p.2.3; Filip S. – p.2.7; Gvozdytskyi V. – pp.1.2, 2.2; Malytska A. – p.1.1; Nehrey M. – p.3.5; Nevezhin V. – p.1.4; Panasenko O. – p.3.7; Poliakova O. – p.2.7; Prokopovych S. – p.1.5; Rudachenko O. – p.2.5; Stashkevich I. – p.2.1; Trunova T. – p.1.2; Usacheva N. – p.1.3; Yatsenko R. – p.3.2; Zyma O. – p.2.4; Usachev A. – p.1.3; Oplachko I. – p.2.6; Ostapovych T. – p.3.3; Penev V. – p.3.1; Pogosian L. – p.2.5; Polianskyi O. – p.2.4; Butylo D. – p.3.5; Onyshchenko A. – p.3.7; Sharma E. – p.1.4; Zarzhetskyi V. – p.3.2.

The monograph discusses the theoretical and methodological provisions of system analysis and modeling of socio-economic systems based on the use of modern methods and tools, a systematic approach to modeling macroeconomic and microeconomic processes in the global economy, applied models for the analysis of complex systems to improve the soundness of managerial decisions at all levels, improving of the information technologies for solving economic problems and their effective expansion into new economic applications.

УДК 33.012.2:004.94
И 75

Рекомендовано к печати ученым советом
Харьковского национального экономического университета
имени Семена Кузнеца
(протокол № 7 от 4 мая 2020 г.)

Рецензенты: **Витлинский В.В.** − докт. экон. наук, профессор, проф. кафедры экономико-математического моделирования ГВУЗ «Киевский национальный экономический университет им. Вадима Гетьмана»
Меркулова Т.В. – докт. экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономической кибернетики и прикладной экономики Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина

И 75 **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. Кузнеца, 2020. – 288 с. Укр. яз., русск. яз., англ. яз.

ISBN 978-80-89654-64-2

Авторский коллектив: Пономаренко В.С., д.э.н., проф., ректор – введение, п.1.5; Клебанова Т.С., д.э.н., проф. – введение, пп.1.2, 2.2, 2.5, 3.4; Цибакова В., ректор – введение; Богачкова Л.Ю., д.э.н., проф. – пп.1.2, 1.3; Буртняк И.В., д.э.н., проф. – п.1.1; Гурьянова Л.С., д.э.н., проф. – пп.1.2, 2.4; Каминский А.Б., д.э.н., проф. – п.3.5; Лепа Р.Н., д.э.н., проф. – п.2.1; Мальчик М.В., д.э.н., проф. – п.2.6; Осадчая Н.В., д.э.н., доц. – п.2.3; Полуэктова Н.Р., д.э.н., доц. – п.3.4; Порохня В.М., д.э.н., проф. – п.3.1; Устенко С.В., д.э.н., проф. – п.3.3; Богомолов А.И., к.т.н., доц. – п.1.4; Гвоздицкий В.С., к.э.н. – пп.1.2, 2.2; Денисова О.А., к.э.н., доц. – п.3.6; Дзюба С.В., к.т.н., с.н.с. – п.2.3; Дубровина Н.А., к.э.н., доц. – п.2.4; Зима А.Г., к.э.н., проф., проректор – п.2.4; Малицька Г.П., к.ф.-м.н., доц. – п.1.1; Невежин В.П., к.т.н., проф. – п.1.4; Негрей М.В., к.э.н., доц. – п.3.5; Панасенко О.В., к.э.н., доц. – п.3.7; Полякова О.Ю., к.э.н., доц. – п.2.7; Прокопович С.В., к.э.н., доц. – п.1.5; Рудаченко О.А., к.э.н., ст. преп. – п.2.5; Сташкевич И.И., к.э.н. – п.2.1; Трунова Т.Н., к.э.н. – п.1.2; Усачева Н.Ю., к.э.н., доц. – п.1.3; Филип С., доц. – п.2.7; Чаговец Л.А., к.э.н., доц. – п.3.7; Чернова Н.Л., к.э.н., доц. – п.2.7; Яценко Р.Н., к.э.н., доц. – п.3.2; Усачев А.А., ст. спец. – п.1.3; Оплачко И.А., асп. – п.2.6; Остапович Т.В., асп. – п.3.3; Пенев В.А., асп. – п.3.1; Погосян Л.О., асп. – п.2.5; Полянский В.А., асп. – п.2.4; Бутило Д.В., маг. – п.3.5; Заржецкий В.И., маг. – п.3.2; Онищенко А.А., маг. – п.3.7; Шарма Е.Р., маг. – п.1.4.

В монографии рассматриваются теоретические и методологические положения системного анализа и моделирования социально-экономических систем на основании использования современных методов и инструментальных средств, системного подхода при моделировании макро и микроэкономических процессов глобальной экономики, прикладных моделей анализа сложных систем для повышения обоснованности управленческих решений на всех уровнях, совершенствования информационных технологий решения экономических задач и эффективную их экспансию в новые экономические приложения.

ISBN 978-80-89654-64-2 © Коллектив авторов, 2020

CONTENTS

INTRODUCTION 9
CHAPTER 1. METHODS AND MODELS OF SYSTEM ANALYSIS IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS 12
1.1. Investigation of two-barrier Ornstein-Uhlenbeck options with multifactor volatility 12
1.2. Model basis of information and analytical security system of corporate business structures 26
1.3. Analysis of development trends and the performance of support for small and medium-scale enterprises in the Russian Federation (the case of the Volgograd region) 48
1.4. About the single currency of the modern information society in the global economy 60
1.5. Evaluation and analysis of living standards of Ukraine and European Union countries 75
CHAPTER 2. MODELING COMPLEX SYSTEMS AND SOLUTIONS 95
2.1. Decision making in the process of managing minimizing staff resistance to organizational changes in the enterprise using elements of herd behavior and reflexive approach 95
2.2. The algorithm for neuro-fuzzy network construction based on model of corporate bankruptcy risk estimation 112
2.3. Forecast assessment of the foreign economic activities development by high-tech production 123
2.4. Application of cluster and fractal analysis methods to study the dynamics of stock market financial security indicators 133
2.5. Models of formation of integral indicators of social tension of the regions of Ukraine 145

2.6. Modeling of reflexive influence in crisis management system of industrial enterprises 154
2.7. Algorithm for determining a set of defensive stocks in investment portfolio 166
CHAPTER 3. SYSTEM ANALYSIS IN DESIGN AND MANAGEMENT .. 178
3.1. Machine learning adaptive search for the optimal strategy to increase brand value 178
3.2. Set of models for assessing knowledge in distance learning systems . 189
3.3. Banking cyber security management system using artificial intelligence 209
3.4. Discrete event simulation as a tool for improving the quality of service-oriented software 218
3.5. Risk modelling of alternative investments 229
3.6. Methods of goal-oriented engineering of requirements for management information systems 245
3.7. Modeling and optimization of the enterprise distribution network 257
APPENDIXES 273

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 9
ГЛАВА 1. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 12
1.1. Дослідження двобар'єрних опціонів Орнштейна-Уленбека
з багатофакторною волатильністю 12
1.2. Model basis of information and analytical security system
of corporate business structures 26
1.3. Анализ тенденций развития и результативности поддержки
малого и среднего предпринимательства в РФ (на примере
Волгоградской области) 48
1.4. О единой валюте современного информационного общества
в глобальной экономике 60
1.5. Оцінювання та аналіз рівня життя населення України та країн
Європейського Союзу 75
ГЛАВА 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ И РЕШЕНИЙ 95
2.1. Прийняття рішень в процесі управління мінімізацією опору
персоналу організаційним змінам на підприємстві
з використанням елементів стадної поведінки та рефлексивного
підходу 95
2.2. The algorithm for neuro-fuzzy network construction based
on model of corporate bankruptcy risk estimation 112
2.3. Прогнозна оцінка розвитку зовнішньоекономічної діяльності
високотехнологічною продукцією 123
2.4. Применение методов кластерного и фрактального анализа для
исследования динамики индикаторов финансовой безопасности
фондовых рынков 133

2.5. Моделі формування інтегральних показників соціальної напруженості регіонів України 145
2.6. Моделювання рефлексивних впливів у системі антикризового управління діяльністю промислових підприємств 154
2.7. Алгоритм визначення набору захисних акцій у інвестиційному портфелі 166
ГЛАВА 3. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ 178
3.1. Машинне навчання адаптивного пошуку оптимальної стратегії підвищення цінності бренду 178
3.2. Комплекс моделей оцінювання знань у системах дистанційного навчання 189
3.3. Система управління кібербезпеки банків з використанням засобів штучного інтелекту 209
3.4. Дискретно-событийное моделирование как инструмент повышения качества сервис-ориентированного программного обеспечения 218
3.5. Risk modelling of alternative investments 229
3.6. Методи цілеорієнтованої розробки вимог до управлінських інформаційних систем 245
3.7. Моделювання та оптимізація дистрибутивної мережі підприємства 257
ПРИЛОЖЕНИЯ 273

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие страны вплотную подошли к новой, так называемой, постиндустриальной модели своего развития, в которой на первый план выходят такие цели как производство информации, знаний, технологий, интеллектуальных услуг, достижение социального согласия и стабильности. При этом, несмотря на смягчение конфликтов и достижение согласия по ряду основных позиций между различными социальными слоями и группами, между трудом и капиталом, между властью и гражданским обществом – конкурентная борьба между компаниями не только не утихает, но приобретает все более ожесточенный характер. С появлением новых научных и прикладных задач обнаруживается недостаточность традиционных подходов и методов решения таких задач. В этих условиях принципы системного подхода, обеспечивающие более точный, целостный, всесторонний анализ, фокусирующий внимание не только на самом объекте, но и на окружающей его среде помогают по-новому подходить к предмету изучения.

Необходимо отметить, что современные системы управления, как правило, характеризуются сложностью, вероятностным проявлением параметров состояния управляемых объектов и неопределенностью принятия решений. Исследование субъекта и объекта управления дает возможность установить оптимальное их взаимодействие в достижении целей и основывается на анализе и синтезе изучаемых явлений и процессов, которые всегда можно представить системой. Главные характеристики любых систем – состав, структура, функции элементов и самой системы. Задачи выявления элементов, их структуры, связей и отношений между ними, моделей функционирования элементов – это задачи анализа, а определение модели и оптимальных параметров функционирования системы – задачи синтеза элементов и самой системы. Для социально- экономических систем характерна, способность элементов воспринимать, хранить, перерабатывать информацию и использовать ее для управления в условиях взаимодействия с внешней средой в соответствии с заданными целями. Перечисленные выше

задачи вызывают неизбежность применения системного подхода, так как только на его основе можно обеспечить качество управленческих решений. Реализация задач возможна на основе инструментальных средств имитационных моделей, систем поддержки решений для рационализации и обоснования управления на всех уровнях, методов и средств аккумуляции знаний о развитии экономической системы. Широкое применении получили гипертекстовые технологии и модельные тренажеры, инструментальные методы анализа механизмов функционирования рынков товаров, сертификации информационных услуг и продуктов для экономических приложений, методы обеспечения информационной безопасности. Результаты исследований по приведенным выше задачам нашли отражение в монографии.

В первом разделе монографии отражены возможности использования системного подхода при моделировании макро и микроэкономических процессов глобальной экономики: рассматривается модель проведения опционов Орнштейна – Уленбека, особенности развития единой валюты современного информационного общества, модели поддержки малого и среднего предпринимательства. Рассмотрен комплекс моделей оценки уровня жизни населения стран Европейского союза и Украины, приведен модельный базис информационной безопасности корпорационных структур.

Во втором разделе рассмотрены прикладные модели анализа сложных систем: модели принятия решений с использованием элементов стадного поведения и рефлексивного подхода, методы кластерного и фрактального анализа для исследования финансовой безопасности фондовых рынков, модели формирования интегральных показателей социальной напряженности. Рассмотрен алгоритм формирования набора акций в инвестиционном портфеле, осуществлено моделирование рефлексивных влияний в системе антикризисного управления предприятием, построены модели прогнозирования развития высокотехнологической продукции.

В третьем разделе рассматриваются применение системного подхода в проектировании и управлении систем различного назначения: рассмотрены методы формирования требований к информационным системам, определены адаптивные алгоритмы поиска оптимальной стратегии повышения ценности бренда, построены модели оценивания знаний в системах дистанционного обучения, сформированы инструменты повышения качества сервис-ориентированного обеспечения. Разработана система кибербезопасности банков на основе искусственного интиллекта, сформирован алгоритм оптимизации дистрибутивной сети предприятия.

Коллектив авторов монографии является участником XII Международной научно-практической Интернет-конференции *"Современные проблемы моделирования социально-экономических систем"* (9-10 апреля 2020 г.), целью которой является обсуждение научных и практических проблем экономико-математического моделирования. За минувшие годы в рамках конференции было издано двенадцать сборников тезисов докладов, девыть коллективных монографий общим объемом свыше 150 усл.-печ. листов. С материалами прошедших научных конференций можно ознакомиться по адресу *http://mpsesm.org*

Общая редакция содержания монографии осуществлены докт. экон. наук, проф. В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С. Клебановой, докт. экон. наук, проф. Л.С. Гурьяновой; научно-техническое и стилистическое редактирование, а также библиографический контроль – канд. экон. наук, доц. Яценко Р.Н.

ГЛАВА 1
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

1.1. Дослідження двобар'єрних опціонів Орнштейна-Уленбека з багатофакторною волатильністю

Спектральне подання для щільності загальної одновимірної дифузії було отримано в роботі [1]. З того часу, спектральна теорія стала важливим інструментом для аналізу фінансових моделей дифузії, а саме в дослідженні розвинень по власних функціях лінійних операторів багато задач, пов'язаних з оцінкою деривативів розв'язуються за допомогою методів спектральної теорії, тому вона широко застосовується у фінансовій математиці. Спектральні методи, є потужним інструментом для аналітичного ціноутворення, пов'язаного з оцінкою цінних паперів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Спектральну теорію використовували багато науковців, а саме для прогнозування цін опціонів [2], знаходження відсоткової ставки на цінні папери [3], моделювання волатильності фінансових активів [4]. Як спектральна теорія так і стохастичні моделі волатильності стали незамінним інструментом у фінансовій математиці, це пов'язано з тим, що ціни двобар'єрного опціону підпорядковуються броунівському руху і корелюють з волатильністю [5]. Дослідження стохастичної волатильності, зокрема волатильності активу, що лежить в основі похідної та контролюється нелокальною дифузією [6].

Використовуючи методи з спектральної теорії та теорії сингулярних і регулярних збурень, можна знайти наближену ціну двобарєрних опціонів ОрнштейнаУленбека з багатофакторною волатильністю, як розвинення за власними функціями використовуючи інфінітезимальні генератори (l+n+1) вимірної дифузії, $l \geq 1, m \geq 1, \quad l \in N, m \in N$ тобто дифузія залежить від однієї локальної змінної, l-вимірного швидкозмінного фактора і n-вимірного повільно змінного фактора. Дане дослідження є розширенням робіт [7-9], в [9] l=1та n=1.

Метою дослідження є розробка алгоритму знаходження наближеної ціни двобар'єрних опціонів та знайти явні формули для знаходження вартості деривативів на основі розвинення за власними функціями та власними значеннями самоспряжених операторів з використанням крайових задач для сингулярних і регулярних збурень. Встановити теорему оцінки точності наближення цін опціонів.

Основні результати дослідження. Нехай (Q, F, P) є простором ймовірності, який підтримує корельований броунівський рух $(\mathrm{W}^{x}, \mathrm{W}^{y_1}, \dots, \mathrm{W}^{y_l}, \mathrm{W}^{z_1}, \dots, \mathrm{W}^{z_n})$ і експоненціальна випадкова змінна $\varepsilon \sim Exp(1)$, яка є незалежною від $(\mathrm{W}^{x}, \mathrm{W}^{y_1}, \dots, \mathrm{W}^{y_l}, \mathrm{W}^{z_1}, \dots, \mathrm{W}^{z_n})$. Ми будемо вважати, що економіка з (l+n+1) факторами, описана однорідним часом та неперервним Марківським процесом $\chi = (\mathrm{X}, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n})$, який визначений в деякому просторі станів $\mathrm{E} = I \times \mathrm{R}^{l} \times \mathrm{R}^{\mathrm{n}}$, де $(\mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}) \in \mathrm{R}^{l}$, $(\mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n}) \in \mathrm{R}^{\mathrm{n}}$ I - інтервал в R з точками e_1 та e_2, такими, що $-\infty < e_1 < e_2 < \infty$. Ми припускаємо, що χ має початок в E і миттєво зникає як тільки X виходить за межі I. Зокрема, динаміка χ з фізичною мірою $\mathbb{P}$, є наступною:

$$\chi_t = \begin{cases} (X_t, \mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}}), & \tau_I > t, \\ \Delta, & \tau_I \le t, \end{cases} \qquad \tau_I = \inf(t > 0 : X_t \notin I),$$

де $(\mathrm{X}, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n})$, задаються

$$\begin{cases} dX_t = v(X_t)dt + a(X_t)f(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})dW_t^{x}, \\ dY_{jt} = \frac{1}{\epsilon_j}\alpha_j\left(Y_{jt}\right)dt + \frac{1}{\sqrt{\epsilon_j}}\beta_j\left(Y_{jt}\right)dW_t^{y_j}, \quad j = \overline{1,l}. \\ dZ_{it} = \delta_i c_i(Z_{it})dt + \sqrt{\delta_i}g_i(Z_{it})dW_t^{z_i}, \quad i = \overline{1,n}. \\ d(W^{x}, W^{y_j})_t = \rho_{xy_j}dt, \quad j = \overline{1,l}. \\ d(W^{x}, W^{z_i})_t = \rho_{xz_i}dt, \quad i = \overline{1,n}. \\ d(W^{y_j}, W^{z_i})_t = \rho_{y_jz_i}dt, \quad j = \overline{1,l}, \ i = \overline{1,n}. \\ d(W^{y_j}, W^{y_r})_t = \rho_{y_jy_r}dt, \quad j = \overline{1,l}, \ r = \overline{1,l}. \\ d(W^{z_i}, W^{z_k})_t = \rho_{z_iz_k}dt, \quad i = \overline{1,n}, \ k = \overline{1,n}. \\ (X_0, \mathrm{Y}_{10}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l0}}, \mathrm{Z}_{10}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n0}}) = (x, y_{10}, \dots y_{l0}, z_{10}, \dots, z_{n0}) \in E. \end{cases}$$

де $\rho_{y_j y_r} = 0,\ j \neq r,\ \rho_{z_i z_k} = 0,\ i \neq k\ \ \rho_{xy_j}, \rho_{xz_i},\ \rho_{y_j z_i}$, задовольняють умову $\left|\rho_{xy_j}\right|, \left|\rho_{xz_i}\right|, \left|\rho_{y_j z_i}\right| \leq 1$, а кореляційні матриці виду:

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho_{xy_j} & \rho_{xz_i} \\ \rho_{y_j x} & 1 & \rho_{y_j z_i} \\ \rho_{z_i x} & \rho_{z_i y_j} & 1 \end{pmatrix}$$

напівдодатно визначені, тобто

$$1 + 2\rho_{xy_j}\rho_{xz_i}\rho_{y_j z_i} - {\rho_{xy_j}}^2 - {\rho_{xz_i}}^2 - {\rho_{y_j z_i}}^2 \geq 0, \qquad j = \overline{1, l},\ \ i = \overline{1, n}.$$

Процес X може репрезентувати багато економічних явищ, та процесів. Наприклад, величину запасів, ціну індексу, надійний короткий відсоток і т.д. Ще ширше, X це зовнішній фактор, який характеризує вартість будь-яких із згаданих вище процесів. Під фізичною мірою $\mathbb{P}$ процесу X, розуміють процес X, який має миттєвий дрейф $v(X_t)$ і стохастичну волатильність $a(X_t)f(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1t}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}}) > 0$, який містить обидві компоненти: локальну $a(X_t)$ і нелокальну $f(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1t}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})$. Зауважимо, що нескінченно малі генератори (інфінітіземальні) для Y_j та Z_i мають вигляд $\forall\ i, j$

$$\mathfrak{Q}_{Y_j}^{\epsilon_j} = \frac{1}{\epsilon_j}\left(\frac{1}{2}{\beta_j}^2(y_j)\partial_{y_j y_j}^2 + \alpha_j(y_j)\partial_{y_j}\right), \mathfrak{Q}_{Z_i}^{\delta_i} = \delta_i\left(\frac{1}{2}{g_i}^2(z_i)\partial_{z_i z_i}^2 + c_i(z_i)\partial_{z_i}\right),$$

характеризуються величинами $\frac{1}{\epsilon_j}$ та δ_i відповідно. Таким чином, $\mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l}}$ та $\mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n}}$ мають внутрішню шкалу часу $\epsilon_j > 0$ і $\frac{1}{\delta_i} > 0$. Ми вважаємо $\epsilon_j << 1$ і $\delta_i << 1$, щоб внутрішня шкала часу Y_j була малою, а внутрішня шкала часу Z_i великою. Отже, $Y_j\ , j = \overline{1, l},$ це швидко змінні фактори, а $Z_i\ ,\ i = \overline{1, n}$ повільно змінні фактори. Зауважимо, що $\mathfrak{Q}_{Y_j}^{\epsilon_j}$ та $\mathfrak{Q}_{Z_i}^{\delta_i}$ мають форму виду

$$L = \frac{1}{2}a^2(x)\partial_{xx}^2 + b(x)\partial_x - k(x),\ x \in (e_1, e_2), \text{з}\ k(x) = 0$$

для всіх $x \in I$, є завжди самоспряженими в гільбертовому просторі $H = L^2(I, m)$, де $I \in R$ інтервал з кінцями e_1і e_2 та m– швидкість щільності дифузії.

$$\mathrm{Dom}(\mathfrak{L})\{f \in L^2(I, \mathfrak{m}): f, \partial_x f \in AC_{\mathrm{loc}}(I), \mathfrak{L}f L^2(I, \mathfrak{m}), BCs\ на\ e_1\ та\ e_2\}$$

де $AC_{\mathrm{loc}}(I)$ є простором функцій, абсолютно неперервних на кожному компактному підінтервалі I [10]. Крайові умови на e_1 та e_2 накладаються для вихідних, вхідних і регулярних меж.

Оцінимо похідний цінний папір, з виплатою в час $t > 0$, яка може залежати від траєкторії X. Зокрема, ми розглянемо форми виплати:

$$\text{Виплата} = H(X_t)\mathbb{I}_{(\tau > t)}.$$

де τ – випадковий момент часу, протягом якого є невиплата премії похідного активу. Оскільки нас цікавлять оцінки похідних ми повинні визначити динаміку $(X, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n})$ під оцінкою міри при нейтральному ризику, який ми позначимо, як $\widetilde{\mathbb{P}}$. Маємо таку динаміку:

$$\begin{cases} dX_t = \big(b(X_t) - a(X_t) f(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}}) \Omega(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})\big)dt \\ \qquad + a(X_t) f(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}}) d\widetilde{W}_t^x, \\ dY_{jt} = \left(\frac{1}{\epsilon_j}\alpha_j(Y_{jt}) - \frac{1}{\sqrt{\epsilon_j}}\beta_j(Y_{jt}) \Lambda_j(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})\right)dt + \frac{1}{\sqrt{\epsilon_j}}\beta_j(Y_{jt}) d\widetilde{W}_t^{y_j}, \\ dZ_{it} = \left(\delta_i c_i(Z_{it}) - \sqrt{\delta_i} g_i(Z_{it}) \Gamma_i(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})\right)dt + \sqrt{\delta_i} g_i(Z_{it}) d\widetilde{W}_t^{z_i}, \\ d\langle \widetilde{W}^x, \widetilde{W}^{y_j} \rangle_t = \rho_{xy_j} dt, \qquad j = \overline{1, l}. \\ d\langle \widetilde{W}^x, \widetilde{W}^{z_i} \rangle_t = \rho_{xz_i} dt, \qquad i = \overline{1, n}. \\ d\langle \widetilde{W}^{y_j}, \widetilde{W}^{z_i} \rangle_t = \rho_{y_j z_i} dt, \quad j = \overline{1, l}, \ \ i = \overline{1, n}. \\ d\langle \widetilde{W}^{y_j}, \widetilde{W}^{y_r} \rangle_t = \rho_{y_j y_r} dt, \ \ j = \overline{1, l}, \ \ r = \overline{1, l}. \\ d\langle \widetilde{W}^{z_i}, \widetilde{W}^{z_k} \rangle_t = \rho_{z_i z_k} dt, \quad i = \overline{1, n}, \ \ k = \overline{1, n}. \\ (X_0, \mathrm{Y}_{10}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l0}}, \mathrm{Z}_{10}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n0}}) = (x, y_{10}, \dots y_{l0}, z_{10}, \dots, z_{n0}) \in E, \end{cases} \quad (1)$$

де

$$d\widetilde{W}_t^x := dW_t^x + \left(\frac{v(X_t) - b(X_t)}{a(X_t) f(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})} + \Omega(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})\right)dt,$$

$$d\widetilde{W}_t^{y_j} := dW_t^{y_j} + \Lambda_j(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1\mathrm{t}}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})dt,$$

$$d\widetilde{W}_t^{z_i} \coloneqq dW_t^{z_i} + \Gamma_i(\mathrm{Y}_{1t}, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{lt}}, \mathrm{Z}_{1t}, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{nt}})dt.$$

де $\rho_{y_j y_r} = 0,\ j \neq r,\ \rho_{z_i z_k} = 0,\ i \neq k.$

Ми накладаємо такі умови щоб система (1) мала єдиний сильний розв'язок.

Випадковий час τ є часом похідного активу. У нашому випадку, дефолт може відбутися одним із двох способів:

1) коли X виходить за інтервал I,

2) у випадковий час τ_h, яким керує рівень ризику $h(X_t) \geq 0$.

Це можна виразити наступним чином:

$$\begin{cases} \tau = \tau_I \wedge \tau_h, \\ \tau_I = inf\{t \geq 0 \colon X_t \notin I\}, \\ \tau_h = inf\left\{t \geq 0 \colon \int_0^t h(X_s)ds \geq \varepsilon(X, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l}}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n}})\right\}, \\ \varepsilon \sim Exp(1)\ \perp\!\!\!\perp. \end{cases}$$

Зауважимо, що випадкова змінна ε незалежна від $(X, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l}}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n}})$.

Щоб відстежувати τ_h, ми використаємо індикатор процесу: $D_t = \mathbb{I}_{\{t \geq \tau_h\}}$. де $\mathbb{D} = \{\mathfrak{D}_t, t \geq 0\}$, – фільтр породжений D та $\mathbb{F} = \{\mathfrak{F}_t, t \geq 0\}$ – фільтр генератора $(W^x, W^{y_1}, \dots W^{y_l}, W^{z_1}, \dots, W^{z_n})$. Використаємо фільтрацію $\mathbb{G} = \{\mathfrak{G}_t, t \geq 0\}$, де $\mathfrak{G}_t = \mathfrak{F}_t \vee \mathfrak{D}_t$. Зауважимо, що $(X, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l}}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n}})$ пристосовані до $\mathbb{G}$ і τ – час зупинки $\left(\{\{\tau \leq t\}\} \in \mathfrak{G}_t \text{ для всіх } t \geq 0\right)$.

Вважатимемо, що наша економіка включає надійний актив, який росте миттєво на величину $r(X_t) \geq 0$. Тобто момент наприклад, "не платити дивіденди " чи продаж неплатіжного активу S, ціновий процес якого описується як $S_t = \mathbb{I}_{\{t \geq \tau_h\}} X_t$, де простір станів X, $I = (0, \infty)$, тоді ціна активу обчислюється за допомогою формули $\left\{e^{-\int_0^t r(X_s)ds} S_t, t \geq 0\right\}$, процес $(\widetilde{\mathbb{P}}, \mathbb{G})$ – є мартингальним. Величину мартингала знаходимо, підставляючи $b(X_t) = [r(X_t) + h(X_t)]X_t$ і $\Omega(\mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_{\mathrm{l}}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_{\mathrm{n}}) = 0$ в (1). Рівень ризику $h(X_t)$ у відсотковій ставці $r(X_t)$ та в дрейфі X повинен дати компенсацію за можливість неплатежу [11]. З іншого боку, якщо X тільки описує надій-

ний відсоток через $r(X_t)$, то при переході від фізичної міри $\mathbb{P}$ до оцінки вимірюють $\widetilde{\mathbb{P}}$, немає потреби змінювати дрейф від X до $v(X_t)$ або до $b(X_t)$. Однак, можна розглянути ефект включення ринкової ціни ризику. У цьому випадку можна підставити в (1) $b(X_t) = v(X_t)$, та $\Omega(\mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n}) \neq 0$.

Оцінимо похідний актив деякого виграшу (виплати), використовуючи нейтральний ризик ціноутворення і Марківський ланцюг X, ціна $u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}(t, x, y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)$ деяких похідних активів в початковий момент часу має вигляд:

$$u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}(t, x, y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n) = \widetilde{\mathbb{E}}_{x,y_1,\dots y_l,z_1,\dots,z_n}\left[exp\left(-\int_0^t r(X_s)ds\right)H(X_t\mathbb{I}_{\{t>\tau\}})\right],$$

де $\overline{\epsilon} = (\epsilon_1, \dots, \epsilon_l)$, $\overline{\delta'} = (\delta_1, \dots, \delta_n)$, а $(x, y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n) \in E$ є початкова точка процесу $(X, \mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n})$. за допомогою формули Фейнмана-Каца, можна показати, що $u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}(t, x, y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)$ задовольняє наступній задачі Коші [10]:

$$\left(-\partial_t + \mathfrak{L}^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}\right)u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}} = 0, \quad (y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n) \in E, t \in \mathbb{R}^+, \tag{2}$$

$$u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}(0, x, y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n) = H(x), \tag{3}$$

де оператор $\mathfrak{L}^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}$ має вигляд:

$$\mathfrak{L}^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}} = \sum_{j=1}^{l}\frac{1}{\epsilon_j}\mathfrak{L}_{0j} + \sum_{j=1}^{l}\frac{1}{\sqrt{\epsilon_j}}\mathfrak{L}_{1j} + \mathfrak{L}_{2j} + \sum_{i,j}\sqrt{\frac{\delta_i}{\epsilon_j}}\mathfrak{M}_{3ij} + \sum_i\sqrt{\delta_i}\mathfrak{M}_{1i} + \sum_i\delta_i\mathfrak{M}_{2i}',$$

$$\mathfrak{L}_{0j} = \frac{1}{2}\beta_j^2(y_j)\partial^2_{y_jy_j} + \alpha_j(y_j)\partial_{y_j}, \quad j = \overline{1,l}.$$

$$\mathfrak{L}_{1j} = \beta_j(y_j)(\rho_{xy_j}a(x)f(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)\partial_x - \Lambda_j(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n))\partial_{y_j},$$

$$\mathfrak{L}_{2j} = \frac{1}{2}a^2(x)f^2(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)\partial^2_{xx} +$$

$$(b(x) - a(x)\Omega(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)f(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n))\partial_x - k(x)$$

$$\mathfrak{M}_{3ij} = \rho_{xz_i}\beta_j(y_j)g_i(z_i)\partial^2_{y_jz_i},$$

$$\mathfrak{M}_{1i} = g_i(z_i)\left(\rho_{xz_i}a(x)f(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)\partial_x - \Gamma_i(y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)\right)\partial_{z_i},$$

$$\mathfrak{M}_{2i} = \frac{1}{2} g_i^2(z_i)\partial^2_{z_i z_i} + c_i(z_i)\partial_{z_i}, \quad k(x) = r(x) + h(x), \quad \mathfrak{Q}_{0j} = \mathfrak{Q}^1_{Y_j}.$$

Ми припускаємо, що дифузія з інфінітіземальним генератором $\mathfrak{Q}^1_{Y_j}$ має інваріантний розподіл П з щільністю $\pi_j(y_j)$.

$$\pi_j(y_j) = \frac{2}{\beta_j^2(y_j)} \exp\left\{ \int_{y_{j0}}^{y_j} \frac{2\alpha_j(\theta)}{\beta_j^2(\theta)} d\theta \right\}, \quad \forall j = \overline{1, l}.$$

Крім початкової умови (3) функція $u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}(t, x, y_1, \dots y_l, z_1, \dots, z_n)$ повинна задовольняти на кінцях e_1 та e_2 інтервалу I крайові умови. Крайові умови в точках e_1 та e_2 належать області $\mathfrak{Q}^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}$ і будуть залежати від природи процесу X на кінцях I та класифікуються як природні, вихідні, вхідні або регулярні [12]. Задача Коші (2)–(3) для $(f, \alpha_1, \dots \alpha_l, \beta_1, \dots, \beta_n, \Lambda_1, \dots \Lambda_l, c_1, \dots, c_n, g_1, \dots g_n, \Gamma_1, \dots, \Gamma_n)$ не має аналітичного розв'язку. Однак, для фіксованого $\overline{\delta'}$, умови, які містять $\overline{\epsilon}$ та відхиляються як завгодно мало в $\overline{\epsilon}$околі, що зумовлює сингулярні збурення. Для фіксованого ϵ_j умови, які містять δ_i є малими для деякого малого $\overline{\delta'}$ околу, що спричиняє регулярні збурення. Таким чином, $\overline{\epsilon}$-окіл та $\overline{\delta'}$-окіл дає початок об'єднаному сингулярно-регулярному збуренню $\mathcal{O}(1)$ оператора $\mathfrak{Q}_2$. Для того щоб знайти асимптотичний розв'язок задачі Коші (2) (3) розвинемо $u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}$ за степенями $\sqrt{\epsilon_j}$ та $\sqrt{\delta_i}$ [13]:

$$u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}} = \sum_{i_1 \geq 0} \dots \sum_{i_l \geq 0} \sum_{j_1 \geq 0} \dots \sum_{j_n \geq 0} \sqrt{\epsilon_1}^{j_1} \dots \sqrt{\epsilon_l}^{j_l} \sqrt{\delta_1}^{i_1} \dots \sqrt{\delta_n}^{i_n} u_{j_1,\dots,j_n,i_1,\dots i_l},$$

де

$$\sum_{i_1 \geq 0} \dots \sum_{i_l \geq 0} \sum_{j_1 \geq 0} \dots \sum_{j_n \geq 0} \sqrt{\epsilon_1}^{j_1} \dots \sqrt{\epsilon_l}^{j_l} \sqrt{\delta_1}^{i_1} \dots \sqrt{\delta_n}^{i_n} u_{j_1,\dots,j_n,i_1,\dots i_l}$$

$$\lim \sum_{i_1 \geq 0}^{m_1} \dots \sum_{i_l \geq 0}^{m_l \geq 0} \sum_{j_1 \geq 0}^{m_{l+1} \geq 0} \dots \sum_{j_n \geq 0}^{m_{l+n}} \sqrt{\epsilon_1}^{j_1} \dots \sqrt{\epsilon_l}^{j_l} \sqrt{\delta_1}^{i_1} \dots \sqrt{\delta_n}^{i_n} u_{j_1,\dots,j_n,i_1,\dots i_l},$$

$$m_1 \to \infty, \dots, m_{l+n} \to \infty.$$

Наближена ціна обчислюється

$$u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}} \approx u_{\overline{0,0'}} + \sum_{j=1}^{l} \sqrt{\epsilon_j} u_{\overline{1_j,0'}} + \sum_{i=1}^{n} \sqrt{\delta_i} u_{\overline{0,1_i'}}.$$

Вибір розвинення в напівцілих степенях ϵ_j та δ_i є природнім для $\mathfrak{Q}^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}}$.

Проводячи аналіз сингулярних збурень на відповідних рівнях ми отримаємо, що $u_{\overline{0,0'}}$, $u_{\overline{1_j,0'}}$, $u_{\overline{0,1_i'}}$ не залежать від $y_1, \dots y_l$. Основні результати асимптотичного аналізу наведені за допомогою наступних формул

$$\mathcal{O}(1)\colon \sum_{j=1} \mathfrak{Q}_{0j}\, u_{\overline{2}_j,\overline{0'}} + (-\partial_t + \langle \mathfrak{Q}_2 \rangle) u_{\overline{0,0'}} = 0,\ u_{\overline{0,0'}}(0, x, z_1, \dots, z_n) = H(x), \quad (4)$$

$$\mathcal{O}\left(\sqrt{\epsilon_j}\right)\colon \mathfrak{Q}_{0j} u_{\overline{3}_j,\overline{0'}} + \mathfrak{Q}_{1j} u_{\overline{2}_j,\overline{0'}} + (-\partial_t + \langle \mathfrak{Q}_2 \rangle) u_{\overline{1}_j,\overline{0'}} + \sum_{k \neq j} \mathfrak{Q}_{1k} u_{\overline{1}_{kj},\overline{0'}} + \sum_{i \neq j} \mathfrak{Q}_{1i} =$$

$$\mathcal{A}_j u_{\overline{0,0'}},\quad u_{\overline{1}_j,\overline{0'}}(0, x, z_1, \dots, z_n) = 0, \overline{1}_{kj} = \left(\underbrace{0, \dots 1}_{k}\ \underbrace{0,1,0, \dots .0}_{j} \right), \quad (5)$$

З аналізу регулярних збурень маємо

$$\mathcal{O}\left(\sqrt{\delta_i}\right)\colon (-\partial_t + \langle \mathfrak{Q}_2 \rangle) u_{\overline{0,1_i'}} = \mathcal{B}_i \partial_{z_i} u_{\overline{0,0'}}, u_{\overline{0,1_i'}}(0, x, z_1, \dots, z_n) = 0, i = \overline{1,n}. \quad (6)$$

Оператори $\langle \mathfrak{Q}_2 \rangle$, $\mathcal{A}_j$, $\mathcal{B}_i$ та ∂_{z_i} визначені за формулами

$$\langle \mathfrak{Q}_2 \rangle = \frac{1}{2} \bar{\sigma}^2 a^2(x) \partial_{xx}^2 + \left(b(x) - \overline{f\Omega} a(x) \right) \partial_x - k(x), \quad x \in (e_1, e_2),$$

$$\mathcal{A}_j = -\nu_{3j} a(x) \partial_x a^2(x) \partial_{xx}^2 - \nu_{2j} a^2(x) \partial_{xx}^2 - \mathcal{U}_{2j} a(x) \partial_x a(x) \partial_x - \mathcal{U}_{1j} a(x) \partial_x, \ ,$$

$\mathcal{B}_i = -\nu_{1i} a(x) \partial_x - \nu_{0i}$ та $\partial_{z_i} = \partial_{z_i} \bar{\sigma} \partial_{\bar{\sigma}} + \overline{f\Omega}' \partial_{\overline{f\Omega}}$, $\nu_{1i} \coloneqq g_i \rho_{x z_i} \langle f \rangle$, $\nu_0 = g_i \langle \Gamma_i \rangle$, $\forall\ i = \overline{1,n}$ та нормою

$$\langle \mathcal{X} \rangle_j := \int \mathcal{X}(y_1, \dots y_l) \pi_j(y_j) dy_j, \quad \forall j = \overline{1,l},$$

$$\langle \mathcal{X} \rangle_{1,2} = \int_{R^2} \mathcal{X}(y_1, \dots y_l) \pi_1(y_1) \pi_2(y_2) dy_1 dy_2, \cdots \langle \mathcal{X} \rangle_{l-1,l} =$$

$$\int_{R^l} \mathcal{X}(y_1, \dots y_l)\pi_1(y_1) \dots \pi_l(y_l)dy_1 \dots dy_l,$$

$$\langle \mathcal{X} \rangle_{l-1,l} = \langle \mathcal{X} \rangle, \langle f\Omega \rangle \coloneqq \overline{f\Omega}, \langle f^2 \rangle = \bar{\sigma}^2.$$

f і Ω неперервно диференційовні по $z_1, \dots, z_n$ і абсолютно інтегровні по $y_1, \dots y_l$.

Знайдемо розв'язки рівнянь (4)(6) на основі власних функцій, власних значень оператора $\langle \mathfrak{Q}_2 \rangle$, кожне з яких задовольняє відповідне рівняння Пуассона

$$\mathfrak{Q}_{01}\varphi_1 = f^2 - \langle f^2 \rangle_1 , \mathfrak{Q}_{02}\varphi_2 = \langle f^2 \rangle_1 - \langle f^2 \rangle_{1,2}, \dots, \mathfrak{Q}_{0l}\varphi_l = \langle f^2 \rangle_{l-2,l-1} - \langle f^2 \rangle_{l-1,l} .$$

$$\mathfrak{Q}_{01}\eta_1 = f\Omega - \langle f\Omega \rangle_1 , \dots, \mathfrak{Q}_{0j}\eta_j = \langle f\Omega \rangle_{j-2,j-1} - \langle f\Omega \rangle_{j-1,j}, \dots,$$

$$\mathfrak{Q}_{0l}\eta_l = \langle f\Omega \rangle_{l-2,l-1} - \langle f\Omega \rangle_{l-1,l}$$

Теорема 1: Припустимо, що ми можемо розв'язати наступне рівняння для знаходження власного значення:

$$-\langle \mathfrak{Q}_2 \rangle \psi_n = \lambda_n \psi_n, \qquad \psi_n \in dom(\langle \mathfrak{Q}_2 \rangle),$$

а також що $H \in \mathcal{H}$. Тоді розв'язок $u_{\overline{0},\overline{0'}}$ має вигляд:

$$u_{\overline{0},\overline{0'}} = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \psi_n T_n , \qquad c_n = (\psi_n, H), \qquad T_n = e^{-t\lambda_n}.$$

Теорема 2: Нехай c_n, ψ_n , T_n описуються за допомогою Теореми 1. визначимо

$$\mathcal{A}_{jk,n} \coloneqq \left(\psi_k, \mathcal{A}_j \psi_n\right), U_{k,n} \coloneqq \frac{T_k - T_n}{\lambda_k - \lambda_n}.$$

Тоді розв'язок $u_{\overline{1}_j,\overline{0'}}$ рівняння (5) має вигляд:

$$u_{\overline{1}_j,\overline{0'}} = \sum_n \sum_{k \neq n} c_n A_{jk,n} \psi_k U_{k,n} - \sum_n c_n \mathcal{A}_{jn,n} \psi_n t T_n.$$

Зауважимо, що $u_{\overline{1}_j,\overline{0'}}$ є лінійним у групі параметрів $(\vartheta_{3j}, \vartheta_{2j}, u_{2j}, u_{1j})$.

Теорема 3: Нехай c_n, ψ_n і T_n визначені з теореми 1, а $U_{k,n}$ з теореми 2 то матимемо

$$\widetilde{\mathcal{B}}_{ik,n} \coloneqq \left(\psi_k, \mathcal{B}_i \partial_{Z_i} \psi_n\right), \quad \mathcal{B}_{ik,n} \coloneqq (\psi_k, \mathcal{B}_i \psi_n), \quad V_{ik,n} \coloneqq \frac{T_k - T_n}{(\lambda_k - \lambda_n)^2} + \frac{tT_n}{\lambda_k - \lambda_n}.$$

Тоді розв'язок $u_{\overline{0,1_i'}}$ має вигляд:

$$u_{\overline{0,1_i'}} = \sum_n \sum_{k\neq n} c_n \widetilde{\mathcal{B}}_{ik,n}\psi_k U_{ik,n} - \sum_n c_n \widetilde{\mathcal{B}}_{in,n}\psi_n tT_n +$$

$$+\sum_n \sum_{k\neq n} (\partial_{Z_i} c_n)\,\mathcal{B}_{ik,n}\psi_k U_{ik,n} - \sum_n (\partial_{Z_i} c_n)\mathcal{B}_{in,n}\psi_n tT_n$$

$$+\sum_n \sum_{k\neq n} c_n\,\mathcal{B}_{ik,n}\psi_k(\partial_{Z_i}\lambda_n)V_{ik,n} - \sum_n c_n \mathcal{B}_{in,n}\psi_n(\partial_{Z_i}\lambda_n)\frac{1}{2}t^2T_n.$$

Звернемо увагу на те, що $u_{\overline{0,1_i'}}$ є лінійним в $(\nu_{1i}\bar{\sigma}', \nu_{1i}\overline{f\Omega'}, \nu_{0i}\bar{\sigma}', \nu_{0i}\overline{f\Omega'})$.

Отримавши наближений розв'язок

$$u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}} \approx u_{\overline{0,0'}} + \sum_{j=1}^{l} \sqrt{\epsilon_j} u_{\overline{1_j,0'}} + \sum_{i=1}^{n} \sqrt{\delta_i} u_{\overline{0,1_i'}}\ ,$$

для ціни похідного активу. Для більш точного результату припустимо, що Функція виплати $H(x)$ і всі її похідні є гладкими і обмеженими функціями, ясно що деякі види деривативів не підходять під таке припущення. Для доведення точності точність наближення цін на опціони колл та пут [14]. Таким чином, ми обмежуємо наш аналіз деривативів гладкою і обмеженою виплатою, в цьому випадку точність оцінки ґрунтується на такій теоремі:

Теорема 4: Для фіксованих $(t, x, y_1, \dots, y_l, z_1, \dots, z_n)$ існує стала C така, що для будь-якого $\epsilon_j \leq 1$, $\delta_i \leq 1$ маємо:

$$\left|u^{\overline{\epsilon},\overline{\delta'}} - \left(u_{\overline{0,0'}} + \textstyle\sum_{j=1}^{l}\sqrt{\epsilon_j} u_{\overline{1_j,0'}} + \sum_{i=1}^{n}\sqrt{\delta_i} u_{\overline{0,1_i'}}\right)\right| \leq C\left(\textstyle\sum_{j=1}^{l}\epsilon_j + \sum_{i=1}^{n}\delta_i\right).$$

Теорема 4 дає нам інформацію про те, як наближена ціна веде себе при $\epsilon_j \to 0$ і $\delta_i \to 0$.

Нехай X цінний папір без виплат дивідендів по активу (наприклад, акція, індекс тощо). Часто X моделюється як геометричний броунівський рух з сталою волатильністю (наприклад формула Блека-Шоулза). Розглянемо X – як модель геометричного броунівського руху з багатовимірною стохастичною волатильністю. Зокрема, $\widetilde{\mathbb{P}}$ динаміки в X задані:

$$dX_t = rX_t dt + f(\mathrm{Y}_1, \dots, \mathrm{Y}_\mathrm{l}, \mathrm{Z}_1, \dots, \mathrm{Z}_\mathrm{n}) X_t d\widetilde{W}_t^x \, , h(X_t) = 0,$$

Обчислимо наближену ціну подвійного бар'єрного опціону визначеного на X.

Запишемо оператор $\langle \mathfrak{L}_2 \rangle$ і пов'язані з ним щільності зі швидкістю $m(x)$

$$\langle \mathfrak{L}_2 \rangle = \frac{1}{2}\bar{\sigma}^2 x^2 \partial_{xx}^2 + rx\partial_x - r, \; m(x) = \frac{2}{\bar{\sigma}^2 x^2} exp\left(\frac{2r}{\bar{\sigma}^2}\ln x\right). \qquad (7)$$

Для подвійного бар'єрного опціону з величиною бар'єрів L і R, виплата має вигляд:

$$H(X_t)\mathbb{I}_{\{\tau > t\}} = (X_t - K)^+ \mathbb{I}_{\{\tau > t\}}, I = (L, R), 0 < L < K < R,$$

Щоб обчислити значення цього параметра, ми повинні спочатку знайти власні значення оператора $\langle \mathfrak{L}_2 \rangle$ подані в (7) з крайовими умовами

$$\lim_{\mathrm{x}\to\mathrm{L}} \psi_n(x) = 0, \lim_{\mathrm{x}\to\mathrm{R}} \psi_n(x) = 0.$$

Зауважимо, що ми ввели регулярний кілінг крайових умов на цях L і R. Рівняння $-\langle \mathfrak{L}_2 \rangle \psi_n = \lambda_n \psi_n, \quad \psi_n \in dom(\langle \mathfrak{L}_2 \rangle)$ із зазначеним вище крайовими умовами можна знайти в [10]

$$\psi_n(x) = \frac{\bar{\sigma}\sqrt{x}}{\sqrt{\ln\left(\frac{R}{L}\right)}} \exp\left(\frac{-r}{\bar{\sigma}^2}\ln x\right) sin\left(\frac{n\pi \ln\left(\frac{x}{L}\right)}{\ln\left(\frac{R}{L}\right)}\right), \quad n = 1,2,3, \dots,$$

$$\lambda_n = \frac{1}{2}\left(\frac{n\pi\bar{\sigma}}{\ln(\frac{R}{L})}\right)^2 + \left(\frac{\nu^2}{2} + r\right), \qquad \nu = \frac{r}{\bar{\sigma}} - \frac{\bar{\sigma}}{2}.$$

Запишемо вирази для операторів $\mathcal{A}_j$ та $\mathcal{B}_i$

$$\mathcal{A}_j = -\vartheta_{3j} x\partial_x x^2 \partial_{xx}^2 - \vartheta_{2j} x^2 \partial_{xx}^2,$$

$$\mathcal{B}_i = -\vartheta_{1i} x\partial_x - \vartheta_{0i}. \qquad (8)$$

На основі (5) обчислимо $\mathcal{A}_{jk,n}$, $\mathcal{B}_{ik,n}$ і $\widetilde{\mathcal{B}}_{ik,n}$. Для $k \neq n$ ми знайдемо

$$\mathcal{A}j_{k,n} = -\vartheta_{3j}\left(\frac{(-1+(-1)^{k+n})kn(4n^2\pi^2\bar{\sigma}^4 + (-12r^2 + 4r\bar{\sigma}^2 + \bar{\sigma}^4)\ln^2(\frac{R}{L}))}{2(k^2-n^2)\bar{\sigma}^4 \ln^3(\frac{R}{L})}\right)$$

$$-\vartheta_{2j}\left(\frac{(-1+(-1)^{k+n})knr}{(k^2-n^2)\bar{\sigma}^2 \ln\left(\frac{R}{L}\right)}\right),$$

$$\mathcal{B}_{ik,n} = \vartheta_{i1}\frac{2(-1+(-1)^{k+n})kn}{(k-n)(k+n)\ln\left(\frac{R}{L}\right)},$$

$$\widetilde{\mathcal{B}}_{ik,n} = -\vartheta_{1i}\bar{\sigma}'\left(\Upsilon_{k,n}\right) - \vartheta_{i0}\bar{\sigma}'\left(\frac{8\left(-1+(-1)^{k+n}\right)knr\ln\left(\frac{R}{L}\right)}{(k^2-n^2)^2\pi^2\bar{\sigma}^3}\right),$$

$$v_{k,n} \coloneqq \frac{4nkr(\ln(L) - (-1)^{k+n}\ln(R))}{(k^2-n^2)\bar{\sigma}^3\ln\left(\frac{R}{L}\right)} -$$

$$\frac{2(-1+(-1)^{k+n})kn\left((k-n)(k+n)\pi^2\bar{\sigma}^4 - 2r(-2r+\bar{\sigma}^2)\ln^2\left(\frac{R}{L}\right)\right)}{(k^2-n^2)^2\pi^2\bar{\sigma}^5\ln\left(\frac{R}{L}\right)}$$

і для $k = n$ ми знайдемо

$$\mathcal{A}_{jn,n} = -\vartheta_{3j}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^3}\left(\frac{3n^2\pi^2\nu}{\ln^2\left(\frac{R}{L}\right)} - \nu^3\right) - \frac{1}{\bar{\sigma}^2}\left(\nu^2 - \frac{n^2\pi^2}{\ln^2\left(\frac{R}{L}\right)}\right) - \vartheta_{j2}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2}\left(\nu^2 - \frac{n^2\pi^2}{\ln^2\left(\frac{R}{L}\right)}\right) + \frac{\nu}{\bar{\sigma}}\right)\right),$$

$$\mathcal{B}_{in,n} = \vartheta_{i1}\left(\frac{2r-\bar{\sigma}^2}{2\bar{\sigma}^2}\right) - \vartheta_{i0},$$

$$\widetilde{\mathcal{B}}_{in,n} = -\vartheta_{i1}\bar{\sigma}'\left(\frac{1}{\bar{\sigma}} - \frac{r\nu\left(\ln^2(R) - \ln^2(L)\right)}{\bar{\sigma}^4\ln\left(\frac{R}{L}\right)}\right) - \vartheta_{i0}\bar{\sigma}'\left(\frac{1}{\bar{\sigma}} - \frac{r\left(\ln^2(R) - \ln^2(L)\right)}{\bar{\sigma}^3\ln\left(\frac{R}{L}\right)}\right).$$

Розрахунок c_n можна знайти в [10]

$$c_n = (\psi_{\text{т}}(\cdot), (\cdot - K)^+) = \frac{L^{\frac{\nu}{\bar{\sigma}}}}{\log\left(\frac{R}{L}\right)}\left(L\Phi_n(\nu+\bar{\sigma}) - K\Phi_n(\nu)\right),$$

$$\Phi_n(\gamma) \coloneqq \frac{2}{\omega_n^2 + z^2}\left(\exp(\mathfrak{K}\gamma)\left(\omega_n\cos(\omega_n\mathfrak{K}) - \gamma sin(\omega_n\mathfrak{K}) - \exp(\mathfrak{U}\gamma)\right.\right.(-1)^n\omega_n),$$

$$\omega_n \coloneqq \frac{n\pi}{\mathfrak{U}}, \quad \mathfrak{K}\coloneqq \frac{1}{\bar{\sigma}}\ln\left(\frac{K}{L}\right), \quad \mathfrak{U} \coloneqq \frac{1}{\bar{\sigma}}\ln\left(\frac{R}{L}\right).$$

Наближену ціну опціонів можна обчислити за допомогою теорем 1-3.

Зауважимо, що рисунки будуються покомпонентно в кожній відповідній часовій шкалі, аналогічно як для двох компонент як в роботах [9, 13].

Висновки. Це дослідження розвиває загальний метод отримання орієнтовної ціни для широкого класу цінних паперів. Виплати за деривативами можуть бути шляхозалежними, а процес, що лежить їхній основі може проявляти стрибок. Інтенсивність стрибка залежить від багатовимірної волатильності. розроблено загальну теорію оцінювання деривативів опціонів, які породжуються дифузійними процесами, де дифузія залежить від двох груп змінних факторів. Наведено алгоритм обчислення наближеної ціни. Встановлено точність оцінок. Розроблену теорію застосовано до дифузійного оператора Орнштейна-Уленбека, який розкладено по власних функціях та власних значеннях.

Основною перевагою нашої методології ціноутворення є те, що, комбінуючи методи з спектральної теорії, регулярної теорії збурень і теорії сингулярних збурень зводимо все до розв'язання рівнянь на знаходження власних функцій та власних значень.

ЛІТЕРАТУРА

1. McKean, H. P (1956). Elementary solutions for certain parabolic partial differential equations. Transactions of the American Mathematical Society 82(2), pp. 519–548.
2. Goldstein R S. and Keirstead W. P. (1997). On the term structure of interest rates in the presenceof reflecting and absorbing boundaries, SSRN eLibrary, pp. 381–395.
3. Pelsser A. (2000). Pricing double barrier options using laplace transforms, Finance and Stochastics, 4 pp. 95–104.
4. Davydov D. and Linetsky V. (2001). Structuring, pricing and hedging double-barrier step options, Journal of Computational Finance, 5, pp. 55–88.
5. Fouque J.-P., Papanicolaou G., and Sircar R. (2000). Derivatives in Financial Markets with Stochastic Volatility, Cambridge University Press.
6. Gatheral J. (2006). The Volatility Surface: a Practitioner's Guide, John Wiley and Sons, Inc.
7. Mendoza-Arriaga, R., Carr P., and Linetsky V. (2010). Time-changed markov processes in unified credit-equity modeling. Mathematical Finance 20, 527–569.
8. Fouque, J.-P., S. Jaimungal, and Lorig M. (2011). Spectral decomposition of option prices in fast mean-reverting stochastic volatility models. SIAM Journal on Financial Mathematics.
9. Lorig M. J. (2014) Pricing Derivatives on Multiscale Diffusions: an Eigenfunction Expansion Approach. Mathematical Finance 24:2, 331–363.

10. Linetsky, V. (2007). Chapter 6 spectral methods in derivatives pricing. In J. R. Birge and V. Linetsky (Eds.), Financial Engineering, Volume 15 of Handbooks in Operations Research and Management Science, pp. 223–299. Elsevier.
11. Carr, P. and V. Linetsky (2006). A jump to default extended cev model: An application of bessel processes. Finance and Stochastics 10(3), 303–330.
12. Borodin A. and P. Salminen (2002). Handbook of Brownian motion: facts and formulae. Birkhauser.
13. Burtnyak, I.V. & Malytska, A.P. (2014). Research of Ornstein-Uhlenbeck Process Using the Spectral Analysis Methods, Problems of Economics,. 2, 349–356 [in Ukrainian].
14. Fouque, J.-P., G. Papanicolaou, R. Sircar, and K. Solna (2003). Singular perturbations in option pricing. SIAM J. Applied Mathematics 63(5), 1648–1665.

1.2. Model basis of information and analytical security system of corporate business structures

In the conditions of a dynamically developing digital economy, one of the topical directions of increasing the efficiency of systems of various purposes and levels of hierarchy is the development of qualitatively new security technologies. This is due to the fact that, along with a number of positive synergistic effects, the development of the digital economy carries specific threats and risks. In particular, in the financial and economic sphere, such risks include: an increase in the probability and an increase in the number of speculative attacks; the depreciation of assets and a unidirectional reaction to "shocks", the effect of the epidemic. The need to monitor and prevent such specific risks and threats requires the transformation of security management systems.

The problem of improving the management of financial and economic security for business structures of the corporate sector is especially relevant, as exactly this sector has the state's prevailing share of profits, trade turnover, the employed population, etc. In particular, in Ukraine the share of the corporate sector takes more than 60% of the employed population and trade. The corporate sector of the eurozone countries makes more than 70% of investment. At the same time, the corporate sector is characterized by the highest level of losses and profitability rate volatility. Financial security and bankruptcy are the result of economic and social upheavals, supply chain disruptions, reduced sales, unemployment, social tensions, etc. Therefore, the focus of modern research is to develop a model basis for information-analytical security systems that allow for the earlier detection of threats of a financial crisis and allow to develop a set of preventive measures aimed at eliminating them and ensuring an acceptable level of financial security.

It should be noted that the pleiad of eminent scientists was successfully engaged in the problem of developing security systems at different levels of the hierarchy. Significant achievements in the development of the categorical basis

of the security system mechanisms belong, in particular, to such scientists as O. Baranovsky (2004), M. Yermoshenko (2001), S. Shkarlett (2007), V. Senchagov (2005) and others. V. Geyets (2006), T. Klebanova (2004, 2006), I. Lukyanenko, M. Oliskevich (2017), V. Ponomarenko (2004), R. Rudensky (2009), N. Chernova (2004, 2006), A. Chernyak (2006) and others successfully deal with applied problems related to various aspects of security systems modelling.

Thus, the researches of V. Geyets (2006), T. Klebanova (2004, 2006, 2014), E. Piskun (2014), I. Lukyanenko, M. Oliskevich (2017), V. Ponomarenko (2004), A. Chernyak (2006), Lidiya Guryanova, Stanislav Milevskiy, Lyudmila Bogachkova, Iryna Lytovchenko, Vladislav Polyanskiy (2017) are devoted to the development of models of security mechanisms for systems of different levels of hierarchy, which include models of the formation of a system of diagnostic security indicators, integrated security assessment, prediction level of threats, security level of the state, region, business structure. In the work of R. Rudensky (2009) the structure of the model basis of the anticipate safety management system was proposed.

In the works of Berneti, S. (2011), Javier De Andres, Pedro Lorca, Francisco Javier de Cos Juez, Fernando Sánchez-Lasheras (2011), Ning Chen, Bernardete Ribeiro, Armando Vieira, An Chen (2013), a method of fuzzy c-means and self-organizing maps of Kohonen are used to classify financial situations and to choose differentiated strategies for financial stabilization. Researches presented in the works of Ko, Yu-Chien (2017), Davidenko N.M. (2012), Matviychuk A.V. (2010), Li S. (2014), Brezigar-Masten A., Masten I. (2012), Klebanova T.S., Chahovets L.O., Panasenko O.V. (2011), Zarei M., Rabiee M., Zanganeh T. (2011), Bahia I. (2013), L. S. Guryanova, T. S. Klebanova, T. N. Trunova (2017) consider the application of methods of discriminant analysis, logit, probit analysis, neural network modelling, fuzzy logic theory for identifying and forecasting the class of financial situations of the security of the enterprises.

Publication of T.S. Klebanova, L.S. Guryanova, I.K. Shevchenko (2014) addresses the development of models for the mechanism of early informing and preventing of the threats in multi-level systems. In the work of Guryanova L.S., Klebanova T.S., Milevskiy S.V., Nepomnyaschiy V.V., Rudachenko O.A. (2017), models of analyzing the dynamics of safety indicators are presented, allowing to identify system components that at certain stages help to increase the overall level of security or, vice versa, create additional threats. The works of A. Roes, R. Glick, (1997), G. Corsetti, M. Pericoli, M. Sbracia, (2005), R. Esprinoza, A. Prazad (2010), touch upon the problem of assessing the effect of infection, analyzing the prolonged impact of threats, identifying the most likely channels of crisis infection.

Crisis development tendencies led to a wide dissemination of researches related to the justification of the financial strategy and the optimization of the financial performance of the enterprise in the conditions of threats. Zelenkov Yuri, Fedorova Elena, Cherkizov Dmitry (2017), Niccolò Gordini (2014) proposed to use genetic algorithms to optimize the parameters of the financial strategy in order to prevent the transition of enterprises to a class of financial crisis (bankruptcy). Combined optimization and simulation models of financial activity are considered in the works of Klebanova T.S., Guryanova L.S., Kononov O.J. (2006), Barannikov V.V. (2008).

It should be noted that, despite the effectiveness of the approaches proposed by the authors named above, the works do not touch upon the issues of predicting the financial security of corporate business structures. Such structures are characterized by large volumes of accounts payable and receivables, related, in particular, to intrasystem lending; they finance the execution of works, both on system-wide projects, and on local projects of individual companies, etc. The use of traditional approaches to predict the level of financial security of corporate structures reveals their poor prognostic accuracy.

Also, in the mentioned above works insufficient attention is paid to the problem of the complex improvement of the financial management system of corporations. In most cases, the central issue is the development and implemen-

tation of tools for local diagnosis of crisis phenomena in individual enterprises. The issues of evaluating the impact of local financial crises on the financial state of the corporate structure as a whole, of predicting the financial crises of the corporate structure with the aim of preventing or localizing the consequences are poorly considered. Due to this, the development of a model basis of the mechanisms of informational and analytical security systems is an urgent way to improve the efficiency of financial activities of corporate business structures.

Main modules of information and analytical security system of business structures

The information-analytical security system of business structures offered in the work includes the following main modules:

Module 1. Estimation of threats to the financial security of the corporate business structure. Target orientation of the module is: analysis of the financial condition of the corporation; analysis of the financial condition of subsidiary enterprises (SE); assessment of the impact of the financial crisis on the SE on the threat of bankruptcy of the corporation as a whole.

Analysis of the financial condition of the corporation involves the solution of such tasks as the forming of an information space for the characteristics of the financial security of corporate business structures; substantiation of classes of financial conditions of the corporation; estimation of the threat of a crisis; identification of the class of financial crisis. These problems are solved using expert, cluster analysis, multiple choice models and neuro-fuzzy networks (Klebanova T.S., Gvozdytskyi V.S., Labunska S.V., Yermachenko I.V., 2018).

During analysis of the financial conditionan estimation of the threat of the crisis and identification of the crisis class at SE, assessment of deviations of financial indicators from the normative values are carried out. The solution of these tasks is based on the neuro-fuzzy approach.

Evaluation of the impact of the financial crisis at SE on the threat of bankruptcy of the corporation assumes the analysis of the nature of the relationships between SE and parent enterprises, the financial flows between all corporate

structural units; forming of linguistic terms and rules of recognition; the calculation of evaluation of the crises impact at SE on the threat of bankruptcy of the corporation. To implement these tasks the theory of fuzzy logic is used.

The model basis of the module 1 includes *model M1 – model of estimation the threat of forming of financial crisis in a corporation; model M2 – model of estimation the threat of forming of financial crisis at the subsidiaries of the corporate structure; model M3 – model of evaluation of the impact of crisis events at the subsidiaries on the financial condition of the corporation.*

Module 2. Forecasting the financial condition of SEs and of corporation as a whole. In this module, financial indicators are diagnosed, the levels are synthesized, and the threat of the crisis at the subsidiaries and the corporation as a whole is estimated in perspective period. The solution of the tasks of this module is carried out using the "Caterpillar" method. The model basis of the module is formed by *models M4 – models of forecasting the financial indicators* (Guryanova L.S., Gvozdytskyi V.S., Dymchenko O.V., Rudachenko O.A., 2018).

Module 3. Anti-crisis management. In this module, the development of the anti-crisis management scheme is carried out, optimal anti-crisis measures are determined, and the quality of measures is assessed. These tasks are solved with the help of decision-making methods, additive convolution, simulation modelling and system dynamics. The model basis of the module is formed *by models M5 – models of forming of strategic security alternatives* (L. S. Guryanova, T. S. Klebanova, T. N. Trunova, 2017).

Thus, suggested above modules support the implementing of proactive anti-crisis management in a corporation which is aimed at preventing the emergence of a crisis state, both in individual elements and the corporate system as a whole.

The developed model basis was tested in the activity of corporate business structures. The model of estimation of the threat of a crisis at the parent enterprise of the corporation (model M1) was built on the basis of 36 non-state parent enterprises of the corporate structures of the agricultural sector of Ukraine, of

which 12 are bankrupt, and 24 belong to sustainably functioning corporations. The model of estimation of the threat of forming of financial crises at subsidiaries (model M2) was built on the basis of 40 non-governmental subsidiaries of Ukrainian agricultural corporations, of which 24 belong to normally functioning enterprises and 16 belong to the class of bankrupts. These models were tested in the activities of the parent enterprise of the agricultural corporation and of its 5 subsidiaries. Models M3-M5 are developed on the basis of data from the parent enterprise and subsidiaries of corporate structures.

Neuro-fuzzy models of the estimation of the threats to financial security in corporate structures

In accordance with the above content of the modules of the proposed information-analytical system in the *first module* at the first step of the research such task was carried out as the formation and justification of the information space for research. The a priori list of factors that affect the threat of crises included 36 financial indicators divided into 5 groups. To reduce the information space posteriori list of indicators was obtained by expert evaluation which presents the most important indicator in each of 5 groups. The values of the consistency coefficients of experts' opinions are given in Table 1.

Table 1

Dividing the values of the estimates of Y into clusters

Characteristic	Dividing into			
	3 clusters	4 clusters	5 clusters	6 clusters
Number of objects in clusters	cluster 1 – 5 objects cluster 2 – 13 objects cluster 3 – 59 objects	cluster 1 – 5 objects cluster 2 – 12 objects cluster 3 – 10 objects cluster 4 – 50 objects	cluster 1 – 4 objects cluster 2 – 4 objects cluster 3 – 10 objects cluster 4 – 32 objects cluster 5 – 27 objects	cluster 1 – 10 objects cluster 2 – 4 objects cluster 3 – 1 object cluster 4 – 3 objects cluster 5 – 32 objects cluster 6 – 27 objects
The value of the total intragroup variance	47,39	43,36	41,23	43,20

The values of the concordance coefficient which vary in the range from 0.6 to 0.8, the results of estimating the statistical significance of the coefficients made it able to conclude that the results of the examination can be used in further research. Thus, the final system of indicators, which was used to construct the neural-fuzzy *model M1*, included the following indicators: X1 – the coefficient of usefulness of fixed assets; X2 – quick liquidity ratio; X3 – coefficient of financial autonomy; X4 – turnover ratio of assets; X5 – profitability of activity.

As the resultant variable Y of the neural-fuzzy model M1, the estimation of the threat of the formation of a financial crisis in the corporation is used. To scale the values of the Y estimator, a cluster analysis was performed. A comparative analysis of the quality of different variants of partitioning the original population into 3, 4, 5, and 6 clusters obtained using the k-means method showed that the best partition is the partitioning into 5 clusters.

The values of the functional of the decomposition quality – the total intragroup dispersion – are given in table 1. The resulting partition was used as the basis for interpreting the scale of Y values: 1 – the threat of a crisis is very low; 2 – low level of threat; 3 – average threat level; 4 – high level of threat; 5 – a very high level of threat to the loss of financial security.

The construction of the neural-fuzzy model of estimation of the threat of financial crises at the parent enterprise of the corporation was carried out in Matlab package. Input parameters (input) of the model are five selected indicators X1-X5, the resultant variable (output) is an estimation of the threat of crisis forming (Y). The structure of the fuzzy inference system (FIS) was generated in the packet of the selected type (Sugeno). Based on the results of the research, the number of linguistic terms (for all 5 inputs) and the type of membership functions have been chosen by the selection method to achieve the best results of constructing the model (obtaining the least error). Thus, for each of the input variables X1-X5, 3 linguistic terms were assigned; the triangle type was chosen as the type of membership functions. The rules of fuzzy inference were formed automatically; each fuzzy rule is checked on the logical and theoretical economic content, on the lack of contradictions. So, all the formed rules turned out to be

adequate, and there is no need for their editing. Thus, the structure of the generated Sugeno fuzzy inference system has the following form: it contains 5 input variables (input1 = X1-input5 = X5), 15 terms (3 terms per input variable), 243 fuzzy rules, 1 output variable Y, 243 terms of output variable. To train the neural network, a hybrid method was chosen that is a combination of the least squares method and the method of decreasing the inverse gradient, and 40 training cycles were established. Testing of the constructed neural-fuzzy system showed that the average error is 0.10985%. Thus, it is advisable to use the constructed model in further research.

In particular, based on the model, it was determined that the value of the resulting variable Y at the end of the period under study for the analyzed agricultural corporation is -0.541, i.e. the probability of bankruptcy of this enterprise is very low.

In the second stage of the research a model of estimation the threat of crisis forming at corporate subsidiaries was constructed (*model M2*). A tool of neuro-fuzzy networks was used, and a corresponding model was constructed in a similar way. It should be noted that to construct a neural-fuzzy model, the trapezoidal functions of the input factors and the linear type of the membership function of the initial (resulting) variable were used, since this combination made it possible to obtain the smallest prediction error equal to 0.0012%.

The dynamics of the change in the value of the threat of financial crises forming at the subsidiaries of the corporation showed that the most problematic are enterprises No. 2 and No. 4, which during the past four years had an increase in the threat of bankruptcy. The enterprise No. 3 is also at risk, which has a sharp increase in the complex indicator of the threat of bankruptcy by the end of the period. Thus, for three out of five subsidiaries, the probability of bankruptcy is estimated as average and very high, which leads to the need to investigate the impact of the situation on the financial condition of the corporation as a whole and the development of adequate preventive measures.

In the third stage of the research the evaluation of the impact of the threats of crisis forming at subsidiaries on the probability of bankruptcy of the corpora-

tion as a whole was carried out. As it was said above, the mathematical apparatus of fuzzy logic is used to construct *M3 model*. Denote by V a complex indicator of the degree of influence of subsidiary's financial condition on the overall corporation's condition. The higher value of the V – the higher the degree of influence. This complex indicator takes values in the range from 0 to 1. The system of indicators for evaluation the impact of crisis threat at subsidiaries on the financial condition of the corporation as a whole was selected on the basis of an analysis of corporate performance and statistics of bankruptcy procedures. This system of indicators includes: X1 – the share of subsidiary's revenue in the corporation; X2 – the nature of production links; X3 – the presence of subsidiary's granddaughter companies; X4 – the share of subsidiary's authorized capital in the corporation; X5 – the share of external accounts payable. Herewith, the factor "X2" can take one of three values: "0" – with the object type of the production structure (if an enterprise produces and sells finished products independently, and does not transfer its products to the following enterprises in the chain of production of the corporation's finished products) "1" – with the technological type (if the enterprise produces the products which are necessary for the ordinary production of another enterprise in the corporation),"2" – with a mixed type. Factor "X3" can take two values: "0" – if the enterprise does not have subsidiaries; "1" – if it has.

The set of membership functions (of a trapezoidal type) of complex indicator V is given as follows:

$$\mu v1=(0; 0; 0.15; 0.25);$$

$$\mu v2=(0.15; 0.25; 0.35; 0.45);$$

$$\mu v3=(0.35; 0.45; 0.55; 0.65);$$

$$\mu v4=(0.55; 0.65; 0.75; 0.85);$$

$$\mu v5=(0.75; 0.85; 1; 1),$$

where μv1-5 are the membership functions of the indicator V, which correspond to all variants of the corporation's dependence on subsidiary: from almost its absence (μv1) to the maximum (μv5).

For the chosen indicators of the financial condition of the enterprise Xi, the linguistic variables Li "Level of indicator Xi" were set (5 subsets of levels from "very low" to "very high"). The levels of the values of the selected indicators and the corresponding membership functions are shown in Table 2.

Table 2

Rules for recognizing the degree of influence of the threat of the emergence of crisis events at the subsidiaries on the bankruptcy of a corporation

Value Range	Degree of influence	The membership function
0<=V<=0.075	Very low (V1)	1
0.075<V<0.125	Very low (V1)	μ1=10*(0.25-V)
	Low (V2)	μ2=1- μ1
0.125<=V<=0.17	Low (V2)	1
0.17<V<0.2	Low (V2)	μ2=10*(0.45-V)
	Medium (V3)	μ3=1- μ2
0.2<=V<=0.35	Medium (V3)	1
0.35<V<0.4	Medium (V3)	μ3=10*(0.65-V)
	High (V4)	μ4=1- μ3
0.4<=V<=0.6	High (V4)	1
0.6<V<0.65	High (V4)	μ4=10*(0.85-V)
	Very high (V5)	μ5=1- μ4
0.65<=V<=1	Very high (V5)	1

The calculated values of the complex indicator of the degree of influence of threats to the formation of crisis events at SE on the financial condition of the corporation as a whole are presented in Table 3.

As can be seen from Table 3, all five investigated subsidiaries of the have a significant impact on the financial condition of the corporate structure as a whole. Enterprise No. 1 is the core of the entire corporation. This enterprise accounts for 70% of the total corporate revenues. Enterprise No. 2 ranks second in this indicator, but it shows a significant increase in production and sales of products over the past few years. Enterprises No. 3-5 occupy a small share in the corporation's revenues. The main goal of incorporating these enterprises into the

corporate structure is to provide the leading enterprises with the necessary raw materials: different grains and sugar. Deepening the crisis at one of these enterprises will necessarily affect the activities of the two main profitable factories of the corporation, and this, in turn, will provoke the deterioration of the financial condition of the whole corporation.

Table 3

Recognition of the degree of influence of enterprises on the financial condition of the corporation

Enterprise	Value of V	Degree of influence	The membership function
Enterprise №1	0,57	*High*	*1*
Enterprise №2	0,43	*High*	*1*
Enterprise №3	0,23	*Medium*	*1*
Enterprise №4	0,37	*Medium*	*0,13*
		High	*0,87*
Enterprise №5	0,24	*Medium*	*1*

Thus, the constructed model allows to adequately evaluate the impact of the crisis threat at SEs on the corporation condition. Based on the results of modelling, all enterprises have a significant impact on the financial condition of the corporation. Taking into account the fact that the threat of bankruptcy of the enterprise No. 4 is very high based on the results of the simulation of the crises threat estimation at SEs, then the efficiency of this particular subsidiary should be given the greatest attention by the corporation management. In order to adequately assess the possible threats to the corporation, it is necessary to predict the future condition of each subsidiary and how the forecasted situation at subsidiaries will affect the financial condition of the corporation as a whole.

Models of forecasting financial indicators of the corporate business structure

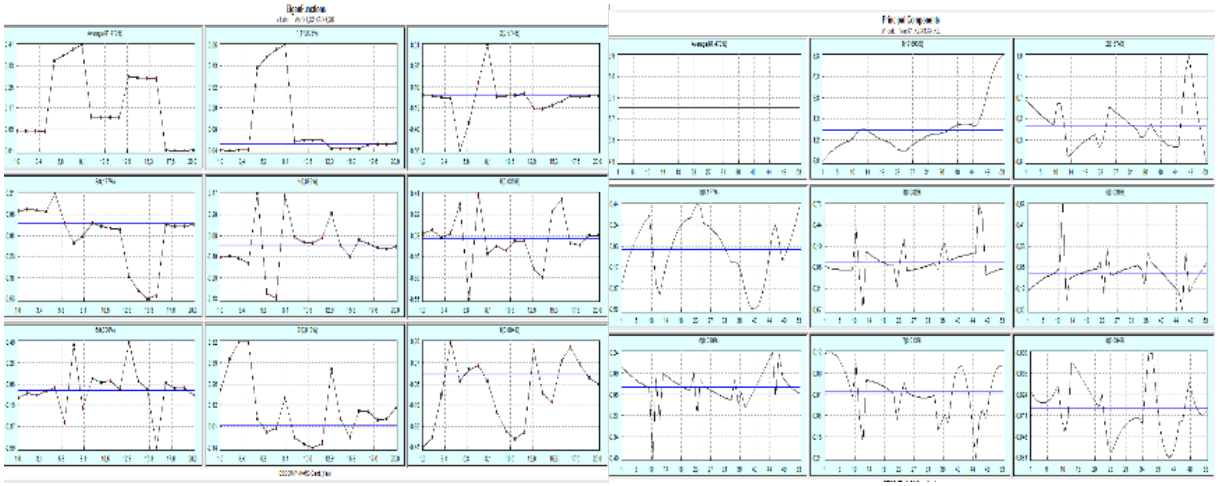
In the *second module* the construction of models of forecasting the financial indicators (*model M4*) is carried out. The "Caterpillar" method is used as a tool for forecasting. The choice of this method for studying the structure of time

series is explained by the fact that it combines the advantages of many other methods, in particular, Fourier analysis and regression analysis. The essence of the method consists in converting one-dimensional series into multidimensional using one-parameter displacement procedure; in study of the obtained multidimensional trajectory on the basis of analysis of the principal components (singular decomposition); in recovery (approximation) of the series for selected main components.

Forecasting using the caterpillar method was carried out in Caterpillar-ssa 3.4 software package. Note that realization of the method was carried out simultaneously for all series (X1-X5), as they have the same dimension. This program allows conducting multi-dimensional research.

Based on the results of the analysis of the chart of the initial series of financial indicators of enterprise No. 1 and of the series of average covariances, it was concluded that the series have an annual periodicity, that is, the length of the track must be a multiple of 12. For this case, it is advisable to select a track length of 4. A centering procedure was also carried out.

For the analysis of the principal components (PC), in the caterpillar method analysis of the characteristics of eigenvalues and eigenfunctions of the covariance matrix is used. One-dimensional graphs of the eigenfunctions and of PC are shown on Fig. 1.

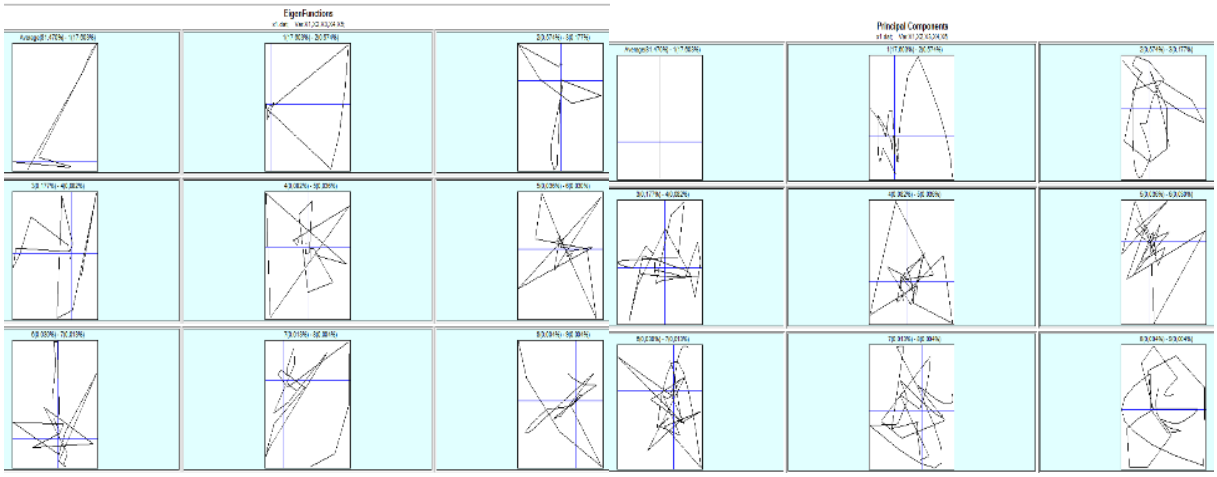


a) of eigenfunctions b) of principal components

Fig. 1. One-dimensional graphs of eigenfunctions and PC

Based on the results of visual analysis of one-dimensional graphs (Fig. 1), it is impossible to infer whether a certain PC is a component of the trend. That is, all pairs of PC can be regarded both as a trend and as a low-frequency component. The most obvious is the presence of a semiannual (PC 3-6) periodicity.

To facilitate the partitioning of PC into pairs, two-dimensional graphs of eigenvectors and of principal components are used (Fig. 2).



a) of eigenfunctions b) of principal components

Fig. 2. Two-dimensional graphs of eigenfunctions and PC

The harmonic component with an entire period is represented as a regular polygon with the number of vertices equal to the period value. When the amplitude changes, the polygon turns into a spiral. Reconstructed results of the time series are shown on Fig. 3.

As can be seen from the figure, the initial and reconstructed series practically coincide, since the share of the first three PC together with mean in the dispersion of the series is 99.8%. The mean absolute percentage error of approximation for the time series of indicators X1-X5 equals appropriately 7.78%; 2.15%; 2.59%; 1.80%; 5.70%, which allows us to speak about high accuracy of the forecast. Point and interval forecast of financial indicators for the period of anticipation, equal to 12 months, is shown on Fig. 4.

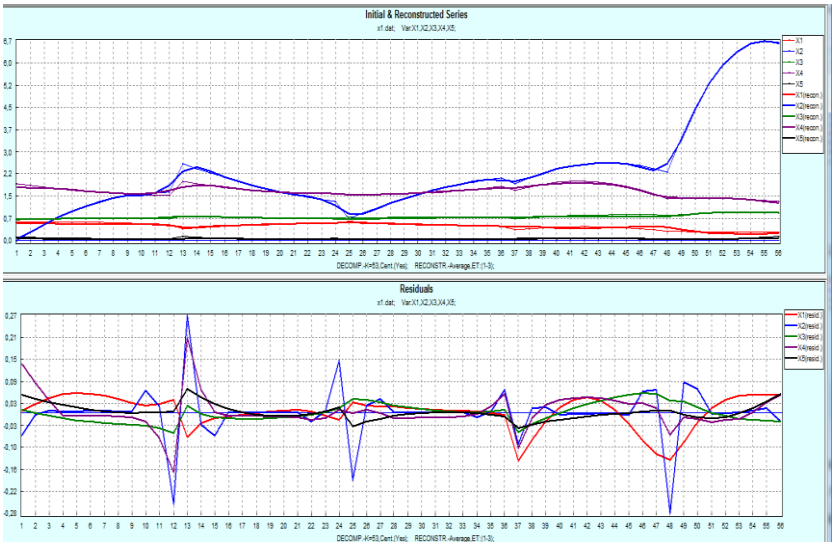


Fig. 3. Recovered values and errors

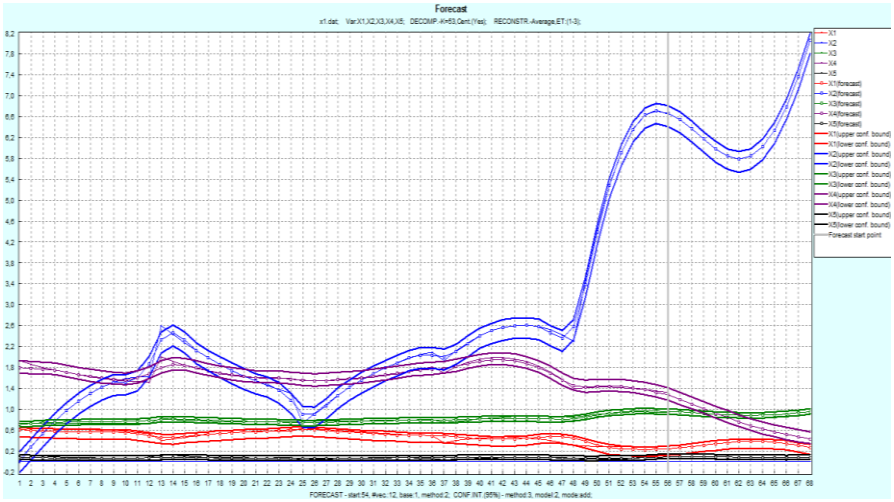


Fig. 4. Graphs of forecast values

Similarly, models of time series of financial indicators X1-X5 for enterprises N2-N5 were constructed. The obtained results made it possible to conclude about the effectiveness of the application of the caterpillar method in forecasting the financial activity of corporations.

The obtained forecast values were considered as initial data in estimation of the threat of crises forming in the prospective period based on neural-fuzzy models. The results of modelling for all subsidiaries and corporation as a whole are given in Table 4.

Table 4

Forecasted values of the threat of financial crises forming in the corporate system

Enterprise	Retrospective value	Forecasted value		
		Pessimistic	Realistic	Optimistic
Enterprise №1	-0,320	-0,216	-0,535	-0,623
Enterprise №2	0,513	0,495	0,501	0,374
Enterprise №3	0,481	0,757	0,735	0,565
Enterprise №4	1,337	1,241	1,031	0,839
Enterprise №5	0,000	-0,163	-0,188	-0,189
Corporation as a whole	-0,541	0,396	0,113	-0,182

As can be seen from the table, the financial condition of the corporation as a whole will significantly worsen: the estimation of the threat of forming the financial crises will increase from -0.541 to 0.396 according to the pessimistic forecast and to -0.182 in the optimistic scenario.

Thus, based on the results of the simulation, it can be concluded that the current financial condition of the corporation is characterized by a very low threat of a crisis, but at the same time, some of the subsidiaries of the corporation have a significant threat of bankruptcy. This can lead to a significant deterioration in the financial condition of the corporation as a whole in the prospective period, which was proved by constructed forecasting models. The current situation requires the development of preventive measures and optimization of the financial performance of subsidiaries, which will ensure the sustainable functioning of the corporate structure as a whole.

Models of the forming of ensuring the security strategy of the corporate business structure

In the *third module*, alternative strategies are being developed to ensure the financial security of local and corporate business structures. To do this, the simulation model of financial activity is used – *model M5*, based on the method of system dynamics. The simulation model includes the following integrated

blocks: a block of cash flow modelling for operating, investment and financial activities; block of assessment of the level of financial security of the business structure. A fragment of the causal relationship diagram of this model, implemented in the Vensim PLE package, is shown on Fig. 5.

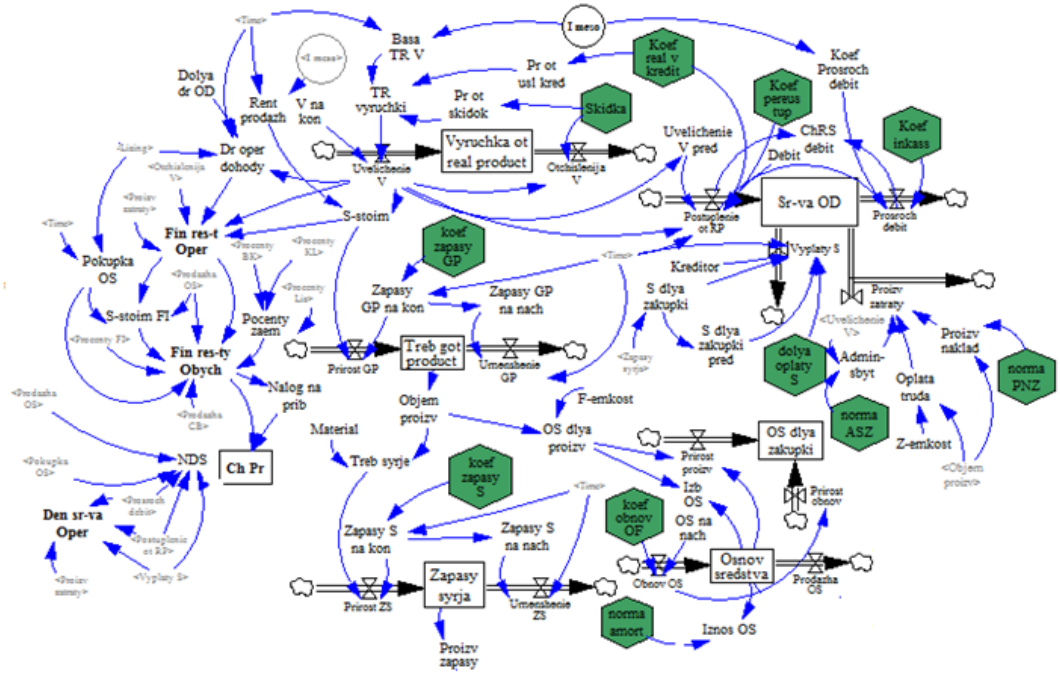


Fig. 5. Diagram of the cause-and-effect relationships of the system-dynamic model (fragment)

Alternative strategies for ensuring the financial security of the business structure (strategic financial alternatives) are considered as a set of strategic measures to ensure an acceptable level of financial security in the forecast period: SFA={Pr_1, Pr_2, Pr_3, …, Pr_n}. The formation of a set of strategic financial alternatives is carried out on the basis of an expert analysis of a portfolio of preventive measures, which is formed using the methods of experts, which reflects their effectiveness and priority of implementation in each of the possible security situations. A fragment of the list of controlled variables of the system-dynamic model, allowing parameterization and assessment of the effectiveness of preventive measures, is given in Table 5.

Table 5

Identification of controlled variables of system-dynamic model (fragment)

Symbol	The name of the strategic event	Controlled variable (symbol)
Pr_1	Attraction of long-term capital in the form of financial leasing	The size of the loan for leasing (Lizing)
Pr_2	The use of various forms of refinancing receivables	Receivables transfer ratio (Koef pereustup)
Pr_3	Acceleration collection of receivables	Receivables collection ratio (Koef inkass)
Pr_4	Reducing the amount of fixed costs	The standard administrative costs for 1 unit of sold products (norma ASZ)
Pr_5	Increase in insurance reserves	Deductions to the reserve fund (Dolya rezerv)
Pr_6	Changing the conditions of a commodity loan	Coefficient of product sales on credit (Koef real v kredit)
Pr_7	The increase in investment in the growth of current assets	Reinvestment Profit Ratio (Koef reinvest)

The formation of a strategy to ensure the financial security of the corporate structure is carried out according to the following formalized procedure.:

$$\mathrm{G_i}\left(\mathrm{SFA_n^i}\right) = \mathrm{G_i}\left(\Lambda_{\mathrm{k=1}}^{\mathrm{T}} \mathrm{Pr_k^i}\right), \mathrm{i} = \overline{1,n}\,, \mathrm{k} = \overline{1,\mathrm{T}},$$

$$\mathrm{p}\left(\mathrm{G_i}\left(\mathrm{SFA_n^i}\right)\right) \geq \alpha$$

$$\mathrm{R}\left(\mathrm{Pr_k^i}\right) > R\left(\mathrm{Pr_{k+1}^i}\right)$$

$$\mathrm{n} \rightarrow \min$$

In accordance with the procedure proposed above, at the initial step, using the simulation model (*model M5*), the consequences of implementing the first priority preventive measure are assessed. ($Pr_i|FS_i$, $i = \overline{1,N}$). Next, an assessment of the financial security level of the business structure takes place. If the predicted value is at an unacceptable level, the next preventive measure is selected and evaluated ($Pr_j|FS_i$, $j = \overline{1,N-\imath}$). The addition of measures to the strategic financial alternative (SFA) is carried out until an acceptable level of financial security of the business structure is reached.

The proposed set of models is implemented on a number of business structures. In particular, the adjustment of the basic security strategy, based on the assessment of the effectiveness of the complex of strategic measures SFA={Pr_{11_1}, Pr_{11_2}, Pr_{20}, Pr_{19}, Pr_3, Pr_5, Pr_4} with the help of the system-dynamic model, it was possible to prevent the transition of one of the studied enterprises to a class with a critical level of financial security. The results of testing have shown the feasibility of using the obtained set of models in the information analytical system of security of corporate business structures.

The conducted researches allowed to conclude the following:

the structure of the model basis of the information-analytical security system of corporate business structures is proposed, the implementation of which in the financial activities of corporations will allow early diagnosis of crisis trends in the development of individual subsidiaries and corporations as a whole, preventing catastrophic financial risks, conducting adequate assessments of the reserves for financial stability of the corporate structure; developing preventive measures aimed at financial stabilization;

the possibilities of using a neuro-fuzzy approach to estimate the threat of the forming of a financial crisis at subsidiaries and the corporation as a whole are explored. The obtained results showed high predictive accuracy of the developed neuro-fuzzy models and the expediency of their application in the financial activity of the corporation under study;

the possibilities of using the methods of fuzzy logic theory to evaluate the impact of the financial crisis at the subsidiaries on the financial condition of the corporation as a whole are explored. The system of variables is grounded, the rules of fuzzy inference are developed. Approbation of the model on the data of the corporation under investigation shows the effectiveness of the proposed approach, which allows to obtain a quantitative and qualitative evaluation of the impact of the threat of the forming of local crises on the stability of the corporate structure as a whole;

models for forecasting financial indicators of enterprises of the corporate system based on the "Caterpillar" method have been developed. This method

allows making better reconstruction of the time series, providing higher forecast accuracy in a complex data structure;

developed on the basis of fuzzy logic methods, neural networks, the "Caterpillar" method set of models for estimation the financial condition of corporate systems allows to use the fuzzy rules to estimate the threat of financial crisis forming at the parent and subsidiary enterprises of the corporation, not only in the current but also in the prospective period. The obtained results indicate the increased threat of bankruptcy at a number of subsidiaries in the prospective period and the strong impact of local crises on the financial condition of the corporation as a whole. This led to the need to optimize the parameters of the financial activity of SEs based on system-dynamic models. The parameters found ensured an acceptable level of security and stable operation of the corporate structure.

REFERENCES

1. Baranovsky O. I. Financial Security in Ukraine. Evaluation methodology and mechanism of support: Monograph - K: KNTEU.- 2004.- 759 p.
2. Yermoshenko MM Financial security of the state: national interests, real threats, strategy of providing. - Kyiv: Kyiv National trade econ Unt., 2001.- 309 p.
3. Shkarlet SM Evolution of the category "safety" in the scientific and economic environment. / S. M. Shkarlet // Formation of market relations in Ukraine. - 2007. - №6. - P. 6-12.
4. Senchagov V.K. Economic security of Russia. General course / Ed. by Academician of the Academy of Natural Sciences V.K. Senchagov. - Moscow. : Delo, 2005 – 896 p.
5. Modelling of economic security: state, region, enterprise: monograph / Geyets VM, Kizim M.O., T.S. Klebanova, O.I. Chernyak and others; Ed. by Geyets VM - Kh.: PH "INZHEK", 2006. – 240 p.
6. Ponomarenko V.S. Economic security of the region: analysis, evaluation, forecasting / V.S. Ponomarenko, TS Klebanova, N.L. Chernova. - Kh.: PH "INZHEK", 2004. – 144 p.
7. Iryna Lukianenko. Evidence of asymmetries and nonlinearity of unemployment and labour force participation rate in Ukraine / Iryna Lukianenko, Marianna Oliskevych // Prague Economic Papers, 2017, 26(5), 578–601, https://doi.org/10.18267/j.pep.633
8. Piskun O.I. Analysis of current organizational forms of integrated structures / Piskun, O.I., Klebanova, T.S. // THE ACTUAL PROBLEMS OF THE ECONOMY №2(152), 2014, 201-210
9. Rudensky R. A. Models of anticipate control of complex economic systems: authoreferate of dissertation. to receive Degree Doctor of Economics: speciality 08.00.11 - Mathematical

methods, models and information technologies in the economy / R. A. Rudensky – Donetsk, 2009. – 40p.
10. L. S. Guryanova, T. S. Klebanova, T. N. Trunova. "Modeling the financial strategy of the enterprise in an unstable environment" "ECONOM; STUDIES" journal, 2017, issue 3. Available from https://www.iki.bas.bg/en/economistudies-ioumal-0
11. T.S. Klebanova, L.S. Guryanova, I.K. Shevchenko. Model basis of the early warning and localization of crises in economic systems of territories // Actual problems of economics. – 2014. – № 3(153). – P. 201–211.
12. Guryanova L.S., Klebanova T.S., Milevskiy S.V., Nepomnyaschiy V.V., Rudachenko O.A. Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics // Financial and credit activity: problems of theory and practice, 2017, 1(22) Available from http://fkd.org.ua/
13. Corsetti G. Some contagion, some interdependence: more pitfalls in test of financial contagion / G. Corsetti, M. Pericoli, M. Sbracia // J. International money and Finance. – 2005. – Vol. 24, №1. – P 123-141.
14. Esprinoza R. Nonperforming loans in the CCC banking system and their macroeconomic effects / R. Esprinoza, A. Prazad // IMF [Working Paper] № 10/224. – 2010 - P.32
15. Fratzscher M. Asset prices, news shoks and current account / M. Fratzscher // European central bank [Working paper series] № 1561-0810.-2002.-P 38-51
16. Glik R. Why are currency crisis contagious? / R.Glick, A.K. Roes // NBER [Working paper] № 6806. – 1997
18. Guryanova L. S. Modeling of balanced socio-economic development of regions: monograph / L. S. Guryanova. – Berdyansk: FOP Tkachuk O. V., 2013. – 406 p.
17. Berneti, S. (2011) Design of Fuzzy Subtractive Clustering Model using Particle Swarm Optimization for the Permeability Prediction of the Reservoir. International Journal of Computer Applications, 29 (11), 33–37.
18. Javier De Andres, Pedro Lorca, Francisco Javier de Cos Juez, Fernando Sánchez-Lasheras (2011) Bankruptcy forecasting : A hybrid approach using Fuzzy c-means clustering and Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). Expert Systems with Applications, Volume 38, Issue 3, March 2011, Pages 1866-1875
19. Ning Chen, Bernardete Ribeiro, Armando Vieira, An Chen. (2013) Clustering and visualization of bankuptcy trajectory using self-organizing map. Expert Systems with Applications, Volume 40, Issue 1, January 2013, Pages 385-393
20. Ko, Yu-Chien. An evidential analysis of Altman Z-score for financial predictions; Case study on solar energy companies [Text] / Yu-Chien Ko, Hamido Fujita, Tianrui Li // Applied Soft Computing. – 2017. – Vol. 52, Issue C. – P. 748–759. doi: 10.1016/j.asoc.2016.09.050
21. Davidenko, N.M. (2012) Assessment of the financial condition of enterprises of corporate type in agrobusiness of Ukraine. Scientific and industrial journal "Accounting and finance of agribusiness". Available from: http://magazine.faaf.org.ua/content/view/290/84/

22. Matviychuk, A. V. Bankruptcy Prediction in Transformational Economy: Discriminant and Fuzzy Logic Approaches [Text] / A.V. Matviychuk // Fuzzy Economic Review. – 2010. – Vol. 15, Issue 1. – P. 21–38.

23. Li, S. A financial early warning logit model and its efficiency verification approach [Text] / S. Li, S. Wang // Knowledge-Based Systems. – 2014. – Vol. 70, Issue C. – P. 78–87. doi: 10.1016/j.knosys.2014.03.017

24. Arjana Brezigar-Masten, Igor Masten (2012) CART-based selection of bankruptcy predictors for the logit model. Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 11, 1 September 2012, Pages 10153-10159

25. Klebanova, T.S., Chahovets', L. O., & Panasenko, O. V. (2011). Fuzzy logic and neural networks in enterprise management: Monograph. Kharkiv: PH «INZHEK».

26. Zareim. Applying adaptive neuro fuzzy model for bankruptcy prediction/ M.Zarei, M.Rabiee, T.Zanganeh // International Journal of Computer Applications. – 2011. - 20(3). – p. 15-21.

27. Bahia, I. Using Artificial Neural Network Modeling in Forecasting Revenue: Case Study in National Insurance Company International [Text] / I. Bahia // International Journal of Intelligence Science. – 2013. – Vol. 3, № 3. – P. 136–143. doi: 10.4236/ijis.2013.33015

28. Lidiya Guryanova, Stanislav Milevskiy, Lyudmila Bogachkova, Iryna Lytovchenko, Vladislav Polyanskiy. Models of assessment and analysis in security management systems. 5th International Scientific-Practical Conference “Problems of Infocommunications. Science and Technology”, 2018 (PIC S&T`2018), October 9-12, Kharkiv, Ukraine

29. Zelenkov Yuri, Fedorova Elena, Chekrizov Dmitry (2017). Two-step classification method based on genetic algorithm for bankruptcy forecasting . Expert Systems with Applications, Volume 88, 1 December 2017, Pages 393-401

30. Niccolò Gordini (2014) A genetic algorithm approach for SMEs bankruptcy prediction: Empirical evidence from Italy. Expert Systems with Applications, Volume 41, Issue 14, 15 October 2014, Pages 6433-6445

31. Klebanova, T.S., Guryanova, L.S. & Kononov, O.J. (2006). Modeling cash flows of the enterprise in terms of uncertainty. Kharkiv: PH «INZHEK».

32. Barannikov,V.V.(2008).Synthesis of composite simulation and optimization models of current assets circuit (synergisticeffect).Visnykdonets'koho natsional'noho universytetu – Donetsk National University Bulletin, 2 (B) – Economics and Law, 347–350.

33. Golyandina N. Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques / N. Golyandina, V. Nekrutkin, A. Zhigljavsky // CHAPMAN & HALL/CRC. – 2001. –349 p.

34. Klebanova T. S. Some approaches to modelling the threat estimation of forming financial crises in corporate systems / T. S. Klebanova, L. S. Guryanova, V. S. Gvozdytskyi // 5th International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education (ICAICTSEE-2015, Sofia, Bulgaria, November 13-14th 2015). – University of National and World Economy (UNWE). – 2015. – Available from: http://icaictsee.unwe.bg/ proceedings/default.html/ICAICTSEE-2015.pdf

35. Stepanov D. SSA-based approaches to analysis and forecast of multidimensional time series / D. Stepanov, N. Golyandina // Proceedings of the 5th St.Petersburg Workshop on Simulation (June 26-July 2, 2005, St. Petersburg). – St. Petersburg: State University, 2005. – P. 293–298.

36. Klebanova T.S., Gvozdytskyi V.S., Labunska S.V., Yermachenko I.V. Models of estimation in the mechanism of early informing and prevention of financial crises in corporate systems // Financial and credit activity: problems of theory and practice, 2018, Vol2 (№25), pp. 191-197 (фахове видання, Web of Science) Available from: http://fkd.org.ua/article/view/136536/136959/

37. Guryanova L.S., Gvozdytskyi V.S., Dymchenko O.V., Rudachenko O.A. Models of forecasting in the mechanism of early informing and prevention of financial crises in corporate systems // Financial and credit activity: problems of theory and practice, 2018, Vol3 (№26), pp. 303-312 (фахове видання, Web of Science) Available from: http://fkd.org.ua/article/view/136536/136959/

38. The website for State Statistics Service of Ukraine (http://www.ukrstat.gov.ua)

39. The website OECD (http://www.oecd.org/)

1.3. Анализ тенденций развития и результативности поддержки малого и среднего предпринимательства в РФ (на примере Волгоградской области)

Развитие малого и среднего предпринимательства (МСП) играет важную роль в обеспечении экономического роста, способствует сокращению уровня бедности и безработицы, развитию технологий и инноваций. Статистическая связь между деловой активностью в секторе МСП и экономическим ростом, а также благосостоянием населения и технологическим прогрессом подтверждается многочисленными эмпирическими исследованиями на примере различных стран [2-4 и др]. В современной России, как и во многих других странах, деловая активность в сфере МСП представляет собой значительный резерв экономического роста, что необходимо учитывать при разработке стратегий социально-экономического развития территорий [10].

В российской экономике субъектами экономической деятельности в секторе МСБ являются юридические лица (средние, малые и микро- предприятия), а также индивидуальные предприниматели (ИП) без образования юридического лица [19]. Россия значительно отстает от стран с развитой рыночной экономикой по уровню развития МСП [16, с. 3; 17], несмотря на то, что в стране разработана и активно реализуется система мер государственной поддержки данного сектора экономики.

Государственное регулирование МСП в РФ включает: бюджетное субсидирование; льготное налогообложение; расширение доступа к государственным закупкам и недвижимому имуществу; создание и обеспечение функционирования фондов инвестирования и кредитования, бизнес-инкубаторов, консультационных центров и другие меры [6].

За последние 6 лет принят целый ряд основополагающих документов стратегического планирования развития МСП в РФ. К ним относятся: Подпрограмма 2 "Развитие малого и среднего предпринимательства" Госу-

дарственной программы РФ "Экономическое развитие и инновационная экономика" [15]; Стратегия развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года [16]; Национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» (далее – Национальный проект) [12]. Однако целевые показатели, используемые в перечисленных документах и в государственных программах развития МСП, не всегда согласуются друг с другом [5].

Важная роль отводится регулированию МСП на региональном уроне. В 2019 году указом Президента РФ показатели развития МСБ регионов включены в критерии оценки эффективности деятельности губернаторов [18].

Для Волгоградской области устойчивое развитие сектора МСП имеет особую значимость, так как с середины 2010-х годов экономика этого региона характеризуется признаками депрессивности [1].

Начиная с 2014 года, в регионе реализуется государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика», включающая в себя подпрограмму «Развитие и поддержка малого и среднего предпринимательства в Волгоградской области» [7-9]. На ее выполнение в 2015-2017 годах из федерального и регионального бюджетов были выделены полностью реализованы сотни миллионов рублей, как это показано в табл. 1.

Для оценки результативности финансовой поддержки, оказываемой МСП в субъектах РФ, требуется внедрить в региональные и муниципальные программы развития малых и средних форм хозяйствования универсальные критерии, показатели и методики, которые в настоящее время отсутствуют [11]. В этих условиях Счетная Палата указывает на выявленную ее аудиторами неэффективность расходования бюджетных средств на поддержку МСП [13].

Таким образом, актуализируется проблема – оценить результативность регулирования сектора МСП региона на основе анализа соответствия

тенденций его развития тем ориентирам, которые могут обеспечить достижение целевых показателей, включенных в документы стратегического планирования. Данная работа представляет собой вклад авторов в решение указанной проблемы на примере анализа развития сектора МСП Волгоградской области.

Таблица 1

Объемы полностью реализованных финансовых средств, направленных из государственных бюджетов в форме субсидий на поддержку МСП в Волгоградской области в 2015-2017 гг (млн. руб. в текущих ценах)

Источники финансирования	2015	2016	2017
Федеральный бюджет	297,5 +133,8 (остаток субсидий 2014 года)	158,8	124,4
Областной бюджет	-	13,5	35,3

Источники: [7-9, 14].

В исследовании использованы методы дискриптивной статистики и компаративного анализа, графической и табличной визуализации результатов. Источником статистических данных послужил Федеральный орган государственной статистики (Росстат), Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС), Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства Федеральной налоговой службы Российской Федерации (Единый реестр субъектов МСП). Для выявления тенденций в динамике суммарного оборота сектора МСП в реальном выражении, а также его отраслевой структуры и составных частей, дифференцированных по видам экономической деятельности, использован индексный подход. Тенденции, выявленные эмпирическим путем, исследованы на соответствие ориентирам, рассчитанным в соответствии с целевыми показателями Стратегии развития малого и среднего предпринимать-

ства в РФ до 2030 года. Использованы также материалы Национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», региональных государственных программ поддержки МСП Волгоградской области и отчетов об их выполнении; отчет о работе Счетной палаты РФ в 2018 году.

Результаты

С учетом состава доступных для анализа официальных статистических данных о развитии МСП Волгоградской области были рассмотрены приведенные в табл. 2 основные целевые показатели и рассчитанные по ним среднегодовые ориентиры Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в РФ на период до 2030 года.

Оборот сектора МСП является одним из основных показателей состояния и развития малого и среднего предпринимательства в РФ. Он рассчитывается как сумма оборотов средних, малых и микро- предприятий, средних предприятий – юридических лиц (ЮЛ) плюс выручка индивидуальных предпринимателей (ИП) [5].

Тенденция роста оборота МСП и увеличение доли этого сектора в валовом региональном продукте

На рис. 1 проиллюстрирована динамика оборота сектора МСП Волгоградской области по сравнению с динамикой ВРП. Как видно по рисунку, в реальном выражении деловая активность сектора МСП росла в условиях сокращения ВРП. Годовой прирост оборота МСП в среднем составил 12,33% от уровня 2014 года, что значительно превосходит стратегический ориентир (9,4% см. табл. 2). В то же время ВРП в постоянных ценах 2014 года сократился на 6%. Разнонаправленная динамика деловой активности МСП (с одной стороны) и региональной экономики в целом (с другой стороны) ускорила темп роста доли сектора МСП в ВРП региона. Следует заметить, что значения этой доли как целевого показателя могут возрастать не только за счет роста оборота сектора МСП, но и в результате сокраще-

ния ВРП. Значит, во избежание некорректных выводов его следует использовать совместно с другими целевыми показателями и ориентирами.

Таблица 2

Целевые показатели и среднегодовые ориентиры Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в РФ на период до 2030 года

Целевой Показатель	Фактическое значение в 2014 году	Плановое значение в 2030 году	Ориентир – годовой прирост (в среднем за период)
Оборот сектора МСП	100% (в ценах 2014 года)	250% (в ценах 2014 года)	Прирост к уровню предыдущего года в реальном выражении: - на 5,9% от уровня предыдущего года; - на 9,4% от уровня 2014 года
Доля сектора МСП в ВВП	20%	40%	Увеличение в среднем на 1,25 процентных пункта в год
Доля обрабатывающей промышленности в обороте сектора МСП без учета ИП	11,8%	20%	Прирост доли обрабатывающей промышленности в годовом обороте сектора МСП без учета ИП: - на 0,5 процентных пункта в год. Прирост оборота обрабатывающей промышленности в секторе МСП без учета ИП: - в текущем году к уровню предыдущего года (в постоянных ценах 2014 года) – на 9% в год.

Источник: составлено на основе данных Стратегии-2030 [16] (в части целевых показателей) и авторских расчетов на основе этих данных (в части ориентиров).

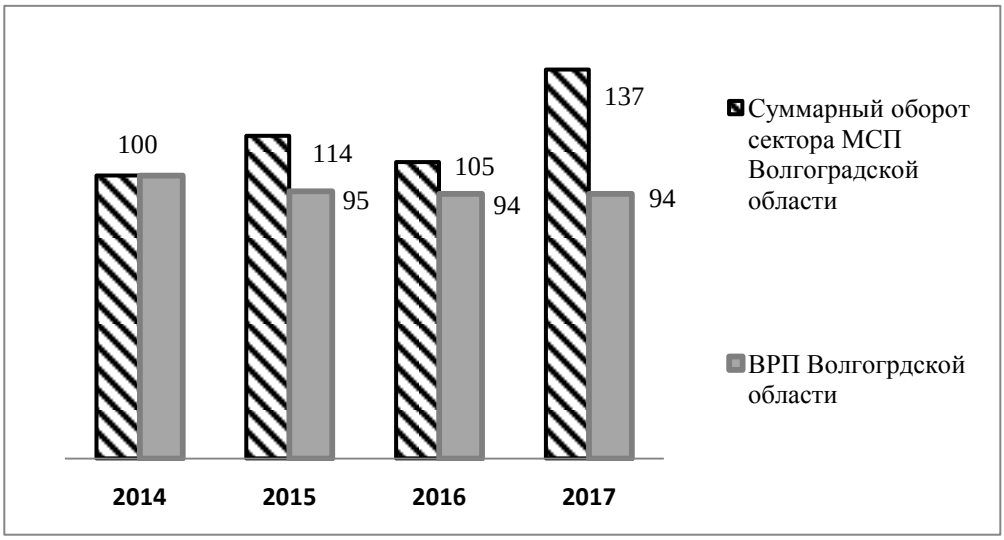


Рис. 1. Динамика оборота сектора МСП и валового регионального продукта Волгоградской области в 2014-2017 годах (в постоянных ценах, в % к уровню 2014 года). Составлено по результатам расчетов на основе данных Росстата.

Отраслевая структура сектора МСП и диверсификация темпов прироста оборота МСП по видам экономической деятельности

Официальные данные Росстата позволяют рассмотреть восемь градаций отраслевой структуры оборота сектора МСП региона:

– сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство;

– добыча полезных ископаемых;

– обрабатывающие производства;

– строительство;

– оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов;

– транспортировка и хранение;

– деятельность по операциям с недвижимым имуществом;

– прочие виды предпринимательской деятельности.

В табл. 3 представлены результаты оценки величины структурных сдвигов оборота МСП на основе расчета индекса Рябцева [20], который принимает значения от 0 до 1. Чем ниже уровень различия двух структур, тем ближе к нулю значение этого индекса.

Таблица 3

Оценки структурных сдвигов оборота МСП Волгоградской области

Период	2014 - 2015 гг.	2015 - 2016 гг.	2016 - 2017 гг.
Индекс Рябцева	0,1084	0,0595	0,0633
Уровень различия структур	низкий	весьма низкий	весьма низкий

Источник: рассчитано авторами на основе данных Росстата.

Как показано в табл. 3, уровень различия структур оборота МСП за каждые два последовательных года в период с 2014 по 2017 гг оказался низким и весьма низким. Значит, отраслевая структура сектора не претерпевала значительных изменений в течение 2014-2017 гг. Поэтому ее можно охарактеризовать с помощью средних значений градаций за рассматриваемый период (рис. 2).

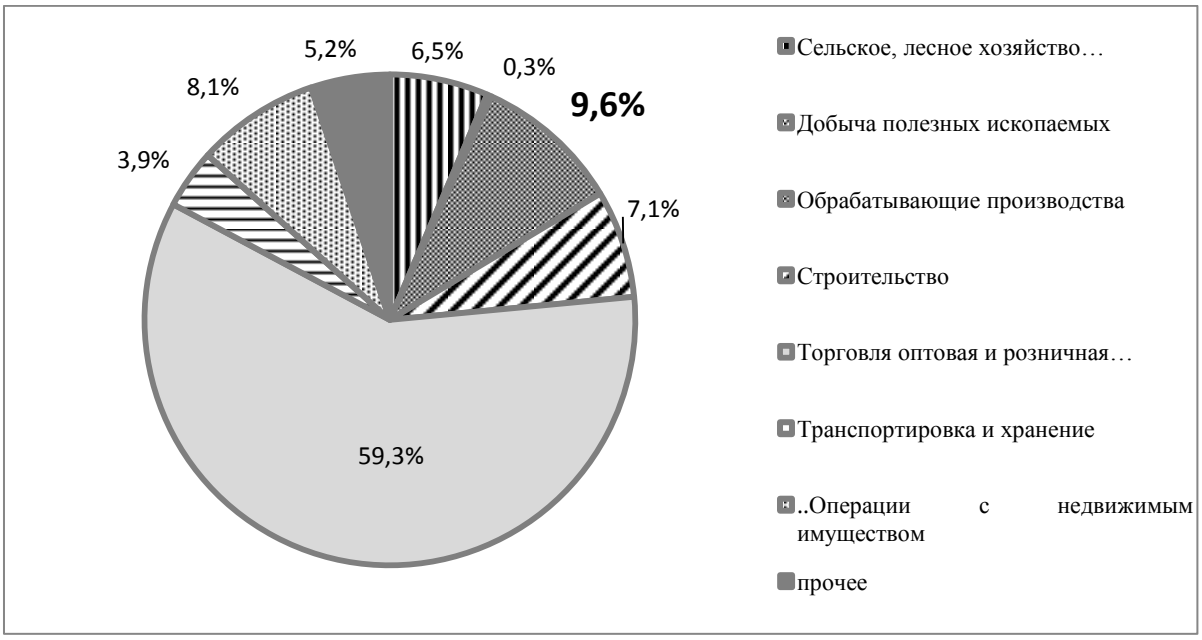


Рис. 2. Структура сектора МСП Волгоградской области (в среднем за 2014-2017 гг).

Источник: рассчитано на основе данных Росстата.

Наибольший вклад в структуру оборота МСП (59,3%) вносил подсектор торговли и ремонта автотранспортных средств и мотоциклов, а наименьший вклад (0,3%) – добыча полезных ископаемых. Доли других подсекторов варьировали от 3,9% (транспортировка и хранение) до 9,6% (обрабатывающие производства).

Средние годовые темпы прироста оборота подсекторов МСП, диверсифицированных по видам деятельности, представлены на рис. 3. Как видно по рис. 3, оборот МСП во всех отраслях, кроме добычи полезных ископаемых, увеличился. В сельском хозяйстве, строительстве и предоставлении услуг (за исключением торговли, транспортировки и хранения, операций с недвижимостью) рост деловой активности наблюдался как у субъектов МСП (прирост градаций структуры оборота МСП), так и в целом по отрасли региональной экономики (прирост градаций структуры ВРП). В обрабатывающих производствах, торговле, транспортировке и хранении, операциям с недвижимым имуществом деловая активность субъектов МСП возрастала на фоне сокращения валового объема выпуска по отрасли в целом.

Доля обрабатывающей промышленности в обороте МСП на рис. 2 и рис. 3 показана с учетом выручки ИП. В среднем за период с 2014 по 2017 гг она составляет 9,6%, прирастая на 6,8% в год, что представляет собой позитивную тенденцию на фоне сокращения вклада всей отрасли обрабатывающей промышленности (в целом) в ВРП региона.

Однако для сравнения тенденции развития МСП в обрабатывающей промышленности с соответствующим ей ориентиром (табл. 2) необходимо исключить из оборота МСП выручку ИП. Стратегическим ориентиром для показателя «доля обрабатывающей промышленности в обороте субъектов МСП Волгоградской области без учета индивидуальных предпринимателей» являлся рост на 0,5 процентных пунктов в год, начиная с базисного значения 11,8% в 2014 году. В итоге к 2017 году значение этого показателя должно было приблизиться к 13,3%.

Рис. 3. Средний годовой темп прироста оборота МСП по видам экономической деятельности в постоянных ценах за 2014-2017 гг.

Составлено по результатам расчетов на основе данных Росстата.

Фактическое значение доли обрабатывающей промышленности в обороте субъектов МСП без учета индивидуальных предпринимателей в Волгоградской области в 2014 году составляло 12,4%, что превосходило значение этой доли в среднем по РФ (11,8%). Однако к 2017 году фактическая величина рассматриваемой доли понизилась до 10,2%, что оказалось значительно ниже стратегического ориентира (13,3%).

Таким образом, в сфере обрабатывающей промышленности выявлены негативные тенденции развития, как для отрасли экономики региона (в целом), так и для соответствующего подсектора МСП. Динамика вклада обрабатывающей промышленности в совокупный оборот МСП (без учета ИП) существенно отклоняется от стратегических ориентиров. Для достижения к 2030 году целевого значения этого показателя, равного 20%, необходима разработка специальных мер для преодоления указанной тенденции.

По объективным причинам результаты расчетов выполнены с большими погрешностями. Дело в том, что в 2016 году в РФ были изменены критерии отнесения фирм к малым формам хозяйствования в направлении повышения верхнего предела их годового дохода [19]. В результате число субъектов МСБ и совокупный оборот этого сектора резко возросли, так как статус средних предприятий приобрели фирмы, которые раньше к этому сектору не причислялись. Кроме того, были внесены корректировки в перечень видов экономической деятельности МСП, и возникла проблема «стыковки» старого и нового перечня. Несмотря на это, полученные результаты могут рассматриваться в качестве приближенной оценки соответствия выявленных тенденций в динамике объема и структуры оборота МСП стратегическим ориентирам развития сектора.

Заключение

В 2014-2017 гг оборот МСП Волгоградской области в реальном выражении прирастал в среднем на 12,33% в год от уровня 2014 года, что значительно превосходит стратегический ориентир (в среднем в год на 9,4% от уровня 2014 года). Еще большими темпами рос целевой показатель «доля МСП в ВРП региона», так как ВРП Волгоградской области в реальном выражении сокращался. Поскольку значения указанного показателя могут расти не только вследствие расширения сектора МСП, но и за счет сокращения ВРП, то его следует использовать совместно с другими целевыми показателями и ориентирами.

Отраслевая структура сектора МСП Волгоградской области в период 2014-2017 гг не претерпевала значительных изменений. Наибольший вклад в структуру оборота МСП региона (59,3%) вносил подсектор торговли и ремонта автотранспортных средств и мотоциклов, а наименьший вклад (0,3%) – добыча полезных ископаемых. Доли других подсекторов варьировали от 3,9% (транспортировка и хранение) до 9,6% (обрабатывающие производства).

Фактическое значение доли обрабатывающей промышленности в обороте субъектов МСП без учета индивидуальных предпринимателей в Волгоградской области в 2014 году составляло 12,4%, что превосходило значение этой доли в среднем по РФ (11,8%). Однако к 2017 году фактическая величина рассматриваемой доли понизилась до 10,2%, что оказалось значительно ниже стратегического ориентира (13,3%). Для достижения к 2030 году целевого значения этого показателя, равного 20%, необходима разработка специальных мер для преодоления указанной тенденции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bogachkova L., Usachyova N., Usachyov A. (2019/06), ‘Increasing business activity of Russian SMEs: problems and solutions illustrated with the example of Volgograd region’// 2nd International Scientific Conference on ‘Competitive, Sustainable and Safe Development of the Regional Economy’ (CSSDRE 2019), Publisher Atlantis Press. Part of series ‘Advances in Economics, Business and Management Research’, 2019/06. Vol. 83, pp. 661-667.
2. Obi J., Ibidunni A.S., Tolulope A., Olokundun M.A., Amaihian A.B., Borishade T.T., Fred P. (2018) Contribution of small and medium enterprises to economic development: Evidence from a transiting economy // Data in Brief. - Volume 18, June 2018, Pages 835-839.
3. OECD (2017). Enhancing the contributions OF SMEs in a global and digitalised economy. Meeting of the OECD Council at Ministerial Level Paris, 7-8 June 2017. OECD WEEK 2017.
4. Ribeiro-Soriano D. (2017) Small business and entrepreneurship: their role in economic and social development, Entrepreneurship & Regional Development, 29: 1-2, 1-3.
5. Баринова В., Земцов С., Царева Ю. Малое и среднее предпринимательство: проблемы статистического учета динамики сектора малых и средних предприятий в России // Экономическое развитие России. – 2018. – Т. 25. – №1. – С. 40-48.
6. Богачкова Л. Ю., Усачева Н. Ю., Усачев А. А., Тихонович Э. А., 2019. Структурно-динамический анализ деловой активности малого и среднего бизнеса в экономике региона (на примере Волго-градской области) // Региональная экономика. Юг России. Т. 7, № 4. С. 113–126. DOI: https://doi.org/10.15688/re.volsu.2019.4.11
7. Годовой Доклад о ходе реализации государственной программы Волгоградской области "Экономическое развитие и инновационная экономика" на 2014-2016 годы" за 2016 год. Доступно на: http://economics.volgograd.ru/current-activity/programs/list/463/.
8. Годовой Доклад о ходе реализации государственной программы Волгоградской области "Экономическое развитие и инновационная экономика" на 2014-2016 годы" за 2015 год. Доступно на: http://economics.volgograd.ru/current-activity/programs/list/463/?PAGEN_1=2/.

9. Государственная программа Волгоградской области "Экономическое развитие и инновационная экономика", 2017. Доступно на: https://economics.volgograd.ru/current-activity/programs/list/7033/?PAGEN_1=3.
10. Иншаков О.В. Стратегирование социально-экономического развития региона: научное обоснование и актуализация модели// Региональная экономика. Юг России. 2018. № 1 (19). С. 23-43.
11. Кузнецов Ю.В., Быкова Н.В., Эффективность государственной поддержки малого предпринимательства в России // Финансы: теория и практика. – 2017. – Т. 21. – № 6. – С. 50-59.
12. Национальный проект (2018). Паспорт национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Утв. Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16). Доступно на: http://government.ru/info/35563/.
13. Отчет о работе Счетной палаты РФ в 2018 году. Доступно на: http://www.ach.gov.ru/activities/annual_report/951/.
14. Отчет о ходе реализации государственной программы Волгоградской области "Экономическое развитие и инновационная экономика" в 2017 году. Доступно на: https://economics.volgograd.ru/current-activity/programs/list/7033/?PAGEN_1=2.
15. Подпрограмма 2 (2014) "Развитие малого и среднего предпринимательства" Государственной программы РФ "Экономическое развитие и инновационная экономика", утв. Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 316 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 30.06.2015 № 659, …, от 13.02.2019 N 148)// Информационно-правовой портал «ГАРАНТ.РУ». Режим доступа: https://base.garant.ru/70644224/.
16. Стратегия-2030 (2016): Стратегия развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 2 июня 2016 г. № 1083-р. Доступно на: http://static.government.ru/media/files/jFDd9wbAbApxgEiHNaXHveytq7hfPO96.pdf .
17. Титов, Б. Сектор малого и среднего предпринимательства: Россия и мир / Б. Титов // Институт экономики роста им. П.А. Столыпина. – Июль 2018. Доступно на: http://stolypin.institute/novosti/sektor-malogo-i-srednego-predprinimatelstva-rossiya-i-mir/.
18. Указ Президента РФ от 25.04.2019 № 193 «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов РФ и деятельности органов исполнительной власти субъектов РФ». http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201904260005?index=0&rangeSize=1
19. ФЗ-209, ред. от 02.08.2019. Федеральный закон от 24.07.2007 N 209-ФЗ (ред. от 02.08.2019) "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации" Статья 4. Категории субъектов малого и среднего предпринимательства. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/08b3ecbcdc9a360ad1dc314150a6328886703356/#dst155ю
20. Шмойлова Р.А., Минашкин В.Г., Садовникова Н.А., Шувалова Е.Б., Теория статистики: Учебник/ Под ред. Р.А. Шмолойловой.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 656 с.

1.4. О единой валюте современного информационного общества в глобальной экономике

Период регионализации валют в современной глобальной экономике и создаваемого информационного общества, как указывают многие специалисты [1,2], неизбежен. Тем не менее, необходимость единой общепринятой мировой валюты практически никем не оспаривается. Неустойчивость мировой валютной системы и её переходный характер способствуют возникновению финансовых и связанными с ними экономических кризисов. Валютный кризис – обострение противоречий в сфере валютно-кредитных отношений вплоть до критической ситуации, проявляющейся в резких колебаниях курсов валют на валютных рынках, исчерпанием валютных резервов страны, несбалансированности платёжных балансов [3,4]. Поэтому стало появляться все больше прогнозов о том, что станет валютой будущего. Любопытную методику исчисления реального валютного курса, использует британский журнал «The Economist». В течение нескольких лет журнал проводит исследования по выявлению сравнительной стоимости бутерброда Big Мак в разных странах и рассчитывает индекс, названный журналом так же – Big Мак. Расчет индекса основан на том, что бутерброд производит компания McDonald’s практически по единому рецепту более чем в 120 странах. Исходя из этого, сравнивая стоимость Big Мак в этих странах, можно установить своеобразный паритета покупательной способности (ППС) разных валют.

Глобализация мировой экономики и те возможности, которые открывают новые информационные технологии, ставят на повестку дня вопрос замены доллара на «более справедливую» валюту. Предлагается, основываясь на фундаментальном понятии и роли времени в экономике и экономической науке, рассмотреть возможность использования единиц времени, в качестве мировой валюты через понятие трудоёмкости экономик, путём использования взаимосвязанных показателей системы нацио-

нальных счетов (СНС) и методики паритета покупательной способности (ППС).

Взаимосвязь времени и денег

История происхождения выражения «время-деньги», возможно, восходит к средним векам, когда измерение времени проводилось на основе песочных и водяных часов, бывших тогда большой редкостью [5]. Общепринятое авторство фразы «Время – деньги» (Time is money – англ.) принадлежит видному американскому политическому деятелю и учёному Бенджамину Франклину (1706 – 1790 гг.) [6], который впервые употребил его в своей книге «Совет молодому купцу». В действительности в 1748 г. Б. Франклин употребил выражение: «Помни, что время – деньги» в том смысле, что, теряя напрасно время, предприниматель теряет возможность заработать деньги. С другой стороны, затрачивая время на работу, на приобретение капитала, вы получаете деньги. Нет времени, нет и денег.

Время не восполняемый ресурс, прибавить себе даже небольшой отрезок времени невозможно, поэтому ценность времени очень велика, и она гораздо дороже нефти и золота. Времени не хватает всегда и всем. Наличие денег в достаточном количестве позволяет не тратить время на рутинные заботы, освобождает время для удовольствий и творческих занятий. Времени на это остаётся тем больше, чем больше денег. Между временем и деньгами существует прямая зависимость.

Взять хотя бы инфляцию, которая приводит к тому, что деньги с течением времени обесцениваются. Этот факт напрямую подтверждает тезис «Время-деньги». Особенно важен фактор времени в долгосрочных финансовых операциях. Доступные в настоящее время деньги стоят больше, чем та же самая сумма в будущем вследствие ее потенциала обеспечить доход. Изменение ценности денег во времени является важнейшим фактором, который всегда учитывается в финансировании, кредитовании и инвестировании и выражается в принципе неравноценности денег, относящихся к разным моментам времени (time-value of money).

Увеличить собственный временной ресурс за счёт «покупки времени» можно только в фантастическом мире. Конечно, купить время и помолодеть, то есть превратить его в своё субъективное время вряд ли возможно, если только не рассматривать некую цепочку событий. Например, имея деньги, можно купить некие хирургические и косметические омолаживающие операции типа пересадки сердца и других органов, продлевающие жизнь, т.е. увеличить собственное время жизни за свои деньги (купить время).

Попытка напрямую связать затраченное время и полученный доход, а затем выразить стоимость товаров и услуг через единицы времени, была предпринята Яном Уокером [7], профессором экономики Уорвикского университета (Великобритания). Согласно его расчётам, если средний британец зарабатывает в минуту 20 центов (его чистая прибыль), то в единицах времени его обед за 10$ стоит 50 минут.

Если рассматривать экономику не среднего человека, а экономической системы, например, страны, то связь времени и денег демонстрирует и формула денежного обращения Ирвина Фишера [8]:

$$M \times V = P \times Q \qquad (1)$$

где: M – общая денежная масса,

V – средняя скорость оборота денежной единицы (количество её оборотов за время t),

P – среднее значение цены на товары,

Q – количество проданных продуктов/оказанных услуг.

Формула Фишера показывает связь «денежного – финансового – товарного» рынков через время. Объём денег в экономике страны и скорость их оборота напрямую влияет на цену продукции, что также позволяет установить связь между ценой товара в денежных единицах и единицах времени. Косвенно эта формула позволяет оценить и эффективность производства (экономики) страны.

Эффективность производства зависит, прежде всего, от производительности труда. Чем выше производительность труда, тем эффективнее

производство. Чем выше производительность труда, тем меньше времени затрачивается на производство товара и тем меньше его стоимость во времени. То есть производительность труда и вытекающие из неё экономические категории (стоимость и прочие), как показал ещё Карл Маркс [9], Он писал, что в конечном счёте, любая экономия сводится к экономии времени.

К. Маркс считал главным богатством общества свободное время, поэтому логичным представляется измерять стоимость товаров и услуг в единицах времени. И такая возможность появляется на стадию развития человеческой цивилизации, которую мы называем информационным обществом [10].

Мировые валюты и эффективность национальных экономик

В международных экономических отношениях стоимость товаров и услуг определяется в одной из мировых валют (World Currencies – доллар США, евро, фунт стерлингов, китайский юань, японская йена, швейцарский франк, австралийский и канадский доллар), среди которых доллар занимает главенствующие позиции [11]. Тем не менее, каждая страна имеет свою национальную валюту, в которой она бы и хотела проводить расчёты в международной торговле.

В последнее время доллар начинает терять свои позиции в мировой торговле. Это связано с тем, что доля экономики США в мире уменьшается. Развивающиеся страны, входящие в БРИКС (Китай, Индия, Бразилия, Россия) начинают играть большую роль в мировой торговле и промышленном производстве, чем США. Тем не менее, доллар США пока ещё является главным средством платежа в мировой торговле. Он имеет хождение практически во всех странах мира. Очень удобно иметь единый, универсальный измеритель стоимости товаров и услуг, в качестве которого выступает доллар. Поэтому именно в долларах осуществляется большинство торговых отношений между странами. В настоящее время в «сверже-

нии» доллара и замене его другой национальной валютой, например, юанем, не заинтересовано ни одно государство, даже Китай.

Однако в будущем, борьба мировых валют за лидерство и желание стран обходиться в мировой торговле единой валютой может привести в конечном итоге к компромиссу, результатом которого может стать отличная от доллара единая мировая валюта. Например, может ли криптовалюта занять место доллара? Маловероятно [12,13]. Число криптовалют, которые сейчас можно купить на торговых площадках с международным доступом, превышает 2000 и постоянно растет. И ни одна из них ничем не обеспечена, кроме желания инвесторов продать ее дороже, чем купили. Обеспечение – это не только золотой запас и резервная валюта, это также количество и качество экономической продукции соответствующей страны. Иными словами, пока криптовалюты — это денежные единицы без фундамента. Невозможно рассчитываться тем, стоимость чего вы не можете ни оценить, ни спрогнозировать. Кроме того, крупнейшие государства мира – Россия, США, Китай, Индия, ключевые страны Европы, Азии, Латинской Америки – никогда не выпустят из своих рук одну из важнейших функций государства – организацию и контроль денежного обращения. А криптовалюты – это частные деньги.

Очевидно, после некоторого переходного периода, доллар и другие мировые валюты потеряют свой статус глобальных валют, но будет выработан какой-то международный механизм, определяющий их стоимость в некоторых единицах новой общепринятой мировой валюты, возможно, основанной на сравнении и оценке эффективности экономик стран и валютных курсов [14]. В дальнейшем, в условиях стабильной мировой экономике, региональные мировые валюты исчезнут, и, возможно, останется единая мировая валюта.

В настоящее время курс национальной валюты по отношению к мировым валютам определяется на мировом валютном рынке и зависит, прежде всего, от эффективности национальной экономики и внешних об-

стоятельств (конкуренция других государств, политическая обстановка, действия валютных спекулянтов).

В информационном обществе эффективность национальной экономики определяется уровнем её научно-технического развития, инновационности и другими факторами, влияющими на производительность труда и на эффективность национальной экономики по сравнению с другими странами, участниками мирового рынка.

Теория конкурентоспособности экономических систем (стран, корпораций и др.) в наиболее полном виде сформулирована М. Портером [15]. В общую систему детерминантов он включает и случайные события, и воздействия правительства, которые могут влиять на национальную экономику как отрицательно, так и положительно.

Оценить состояние, эффективность и перспективы развития экономики на макроуровне в категориях и терминах рыночной экономики позволяют взаимосвязанные показатели системы национальных счетов (СНС) [16].

В своих аналитических отчетах и прогнозах, как относительно экономики отдельных стран, так и мировой экономики, в целом, данные СНС используют такие международные организации, как ООН, Международный валютный фонд (МВФ), Международный банк реконструкции и развития (МБРР). Использование СНС позволяет оценить масштабность и эффективность национальной экономики, а также и стоимость единицы её национальной валюты, например, в долларах или предлагаемых в данной статье в единицах времени.

Процесс глобализации в информационном обществе привёл к тесной взаимосвязи и взаимозависимости экономик отдельных стран. В результате этого мировая экономика представляет единую систему. Исходя из этого, появилась необходимость не только в измерении и подсчёте статистических данных по различным показателям экономики, но и в общепринятой методике их сравнения и сопоставления.

Программа международных сопоставлений

(паритет покупательной способности)

Такая методика основана на использовании паритета покупательной способности (ППС). С конца 60-х годов ООН активно использует методику на основе ППС в целях получения сравнимых данных по возможно большему числу стран мира. В 1985 г. проект был переименован в Программу международных сопоставлений (ПМС).

Паритет покупательной способности (ППС) – это эквивалент покупательной силы валют, показывающий количество денежных единиц страны А, необходимых для покупки некоего стандартного набора товаров и услуг, который можно купить за одну денежную единицу базовой страны Б (или условной валюты группы стран). Помимо оценки эквивалентной ценности валют, ППС имеет и другие важные применения, выходящие за рамки настоящей статьи.

Теория паритета покупательной способности была сформулирована Густавом Касселем, а также представителями Саламанкской школы: Доминго де Сото, Педро де ла Гаска, Мартином де Аспилькуэта Наварро, Томасом де Меркадо и Доминго де Баньес [17]. В соответствии с данной теорией естественным значением курсов валют является значение, соответствующее паритету покупательной способности.

Попытка построить и оценить качество эконометрической модели взаимосвязи динамики ППС и курсов мировых валют показала, что такая взаимосвязь является адекватной лишь на относительно длительном периоде.

Причиной этого является то, что на величину номинальных обменных курсов оказывают существенное влияние валютные спекулянты и политическая составляющая, что приводит к разным моделям оценки номинальных обменных курсов и ППС.

Применение паритета покупательной способности в качестве переводного коэффициента существенно меняет геоэкономическую картину

мира**,** сближая развитые и развивающиеся страны и повышая удельный вес последних в общемировом ВВП. Поэтому первые, в настоящее время, не заинтересованы в его использовании для оценки стоимости ведущих валют. Тем не менее, способ расчёта ППС, если исходить из принципа справедливости, может быть использован для оценки стоимости товаров и услуг в единицах времени.

ППС рассматривают как одну из составляющих общей концепции для анализа потоков товаров между странами. При этом важное место занимает и объём сделок на финансовом рынке, значительно превышающий объём сделок на международном товарном рынке.

В настоящее время теория ППС имеет несколько версий. Например, теория Абсолютного Паритета Покупательной Способности – АППС (Absolute Purchasing Power Parity – APPP) представляет собой логическое следствие закона единой цены на связанных рынках. В применении его к международной торговле можно сформулировать следующим образом: цены идентичных товаров в разных странах при переводе их в единую валюту должны быть равны в каждый момент времени.

Закон единой цены будет действовать на рынках тех товаров, транзакционные издержки при перевозке которых равны нулю. Понятно, что это лишь идеальная конструкция, к которой реальные рынки могут приближаться лишь в некоторой степени. В действительности, если товар, продаваемый в двух странах одинаковый, а цены в единой валюте разные, то при нулевых транзакционных издержках любому агенту будет выгодно купить товар в той стране, где он стоит меньше, перевести в другую страну, где он стоит больше, и продать его, получив прибыль без риска и без вложения своих собственных средств.

Согласно APPP курс иностранной валюты в какой-либо стране должен быть равен отношению цен в этой стране и стране, иностранная валюта которой оценивается.

Воспользуемся понятием реального валютного курса национальной валюты какой-либо страны. Согласно APPP реальным валютным курсом Q

называется отношение стоимости некоторой базовой потребительской корзины в стране, иностранная валюта которой оценивается, к стоимости такой же национальной потребительской корзины и определяется по формуле:

$$Q = S\frac{P_1}{P_2} \tag{2}$$

Согласно (2) реальный валютный курс определяется ценами товаров. Цены на товары на отдельных рынках страны при их изменении не могут влиять на валютный курс, так как соответственно изменятся цены на эти товары на внешних рынках. В то же время глобальные изменения в экономике страны, касающиеся всех рынков, приведут к изменению валютного курса.

Если закон единой цены выполняется для всех товаров, производимых и потребляемых в двух странах, то теория APPP адекватна. Однако это допущение является слишком идеальным и отклонения от паритета всегда присутствует. Причин для этого достаточно много. Среди них, например, следующие.

1. В потребительскую корзину в разных странах включают разный набор товаров.

2. Одинаковые товары, включённые в потребительскую корзину, могут быть разного качества.

3. Существуют целые классы так называемых не торгуемых товаров (nontradable goods), транспортировка которых в другую страну настолько затруднена, что их можно считать абсолютно не транспортабельными.

Тем не менее, реальный валютный курс может иметь устойчивый уровень, не обязательно равный единице, как это следует из более адекватной версии RPPP, которая определяется как относительный паритет покупательной способности (Relative Purchasing Power Parity – RPPP).

Согласно RPPP имеется некоторый уровень реального валютного курса, зависящий от различных факторов, который характерен для страны в текущих экономических условиях на некотором этапе своего развития.

При отклонении от этого уровня существуют внутренние силы, приводящие к восстановлению реального валютного курса.

Одной из моделей, объясняющей связь между производительностью труда и реальным обменным курсом является эффект Баласса-Самуэльсона (Balassa-Samuelson thesis) [18,19], который объясняет рост реального валютного курса в странах с более высокой производительностью труда и высокими темпами развития.

От оценки эффективности экономики на основе её стоимости и трудоёмкости к оценке её валюты в единицах времени

Уровень производительности труда оказывает влияние на величину стоимости товара [20]. Производительность труда – это показатель его эффективности. Он показывает, какое количество продукции производится в единицу рабочего времени. Производительность труда, определяемая по затратам не только живого труда, но и общественного труда – называется производительностью общественного труда. Она планируется и учитывается в целом по народному хозяйству. Одним из показателей производительности труда является трудоемкость. Данный показатель характеризует затраты рабочего времени на производство единицы продукции (объема работ, услуг).

Между трудоёмкостью труда и стоимостью товара существует прямая связь. Так с ростом трудоёмкости растёт стоимость единицы товара и наоборот. В более эффективных экономиках производительность труда выше, а, следовательно, трудоёмкость производства товара (услуги) меньше, чем в менее эффективных экономиках.

Допустим, стоимость национальной экономики определяется через систему национальных счетов (СНС) и составляет S_j, где j – условный номер экономики**.** Для оценки эффективности экономики выберем общую трудоёмкость T_j для 600-800 основных потребительских товаров и услуг, 200-300 основных инвестиционных товаров и 10-20 типичных строительных объектов из Программы международных сопоставлений (паритет по-

купательной способности). Общая трудоёмкость T_j определяется как сумма трудоёмкостей отдельных товаров (услуг)

$$T_j = \sum_{i=1}^{n} t_{ji} \tag{3}$$

где t_{ji} – трудоёмкость производства отдельного товара (услуги).

Очевидно, между параметрами S_j и T_j есть связь, которую можно записать, например, в виде:

$$T_j = \beta_j \cdot S_j + \mu_j \tag{4}$$

где β_j – курс национальной валюты в единицах времени,

μ_j –случайная величина, отражающая влияние внешних факторов (валютного рынка). Связь между стоимости национальных валют в единицах времени определяется выражением (3)

Курс национальной валюты в единицах времени – β_j, также как и S_j, меняется во времени и может быть описан в виде модели временного ряда.

Модель валютного курса, основанная на ППС, хорошо предсказывает долгосрочный валютный курс, то есть его тренд. При монетаристском подходе к экономическим явлениям исходят из того, что рыночные цены изменяются *немедленно* под воздействием каких-либо возникающих на рынке факторов. Таким образом, динамику ППС можно описать в виде временного ряда, содержащего тренд и кратковременные случайные воздействия. Для учёта этих воздействий можно использовать различные технологии Big Data для определения тональности общественного мнения и использования этих данных для создания прогнозов движений цен на фондовом рынке.

Для этого также могут применяться различные механики машинного обучения – например, алгоритмы для обучения с «учителем» и без «учителя», которые противопоставляются друг другу.

В случае обучения с учителем используются обучающие выборки, в которых содержатся входные данные и желаемый результат анализа. Для

сравнения этих данных можно использовать наивный байесовский классификатор [21] или алгоритм опорных векторов [22].

Данные о тональности высказываний инвесторов также сопоставляют с историческими данными для определения финансовой волатильности – после этого на основе модели временного ряда можно выработать прогнозы о том, какой эта величина может быть в будущем.

В GARCH-модели временного ряда можно использовать алгоритм опорных векторов для предиктивного анализа ситуации на фондовом рынке. Работает она по следующей схеме:

- в начале с популярных финансовых сайтов скачиваются обзоры аналитиков, отзывы инвесторов и трейдеров, а также логик их открытых чатов в процессе торгов в текстовом формате, кроме того, в систему загружаются новости с сайтов компаний, чьи акции торгуются на биржах;
- с помощью алгоритма опорных векторов определяется тональность высказываний (эксперименты показали, что этот алгоритм позволяет создать более точную классификацию, чем в случае применение байесовского классификатора);
- также за тот же период времени загружаются исторические данные значений анализируемого фондового индекса — эта информация используется для вычисления волатильности по модели GARCH;
- на основе полученных данных генерируются прогнозы волатильности для отдельных акций (для акций небольших компаний модель работает лучше, чем для крупных).

Исследователи из Лондонского Imperial College в свою очередь создали инструмент для анализа публикаций в соцсетях и выявления корреляций этих данных с трендами фондового рынка [23].

Различные исследования демонстрируют наличие корреляции индекса Доу-Джонса и настроений пользователей Twitter. Анализ этой информации позволяет вырабатывать прогнозы относительно будущих движений цен. Английские исследователи создали приложение, которое скачивает твиты, связанные с компаниями, входящими в индекс S&P 500 и запускает

Hadoop job (command enables you to manage MapReduce jobs) для создания агрегированной оценки тональности каждого высказывания.

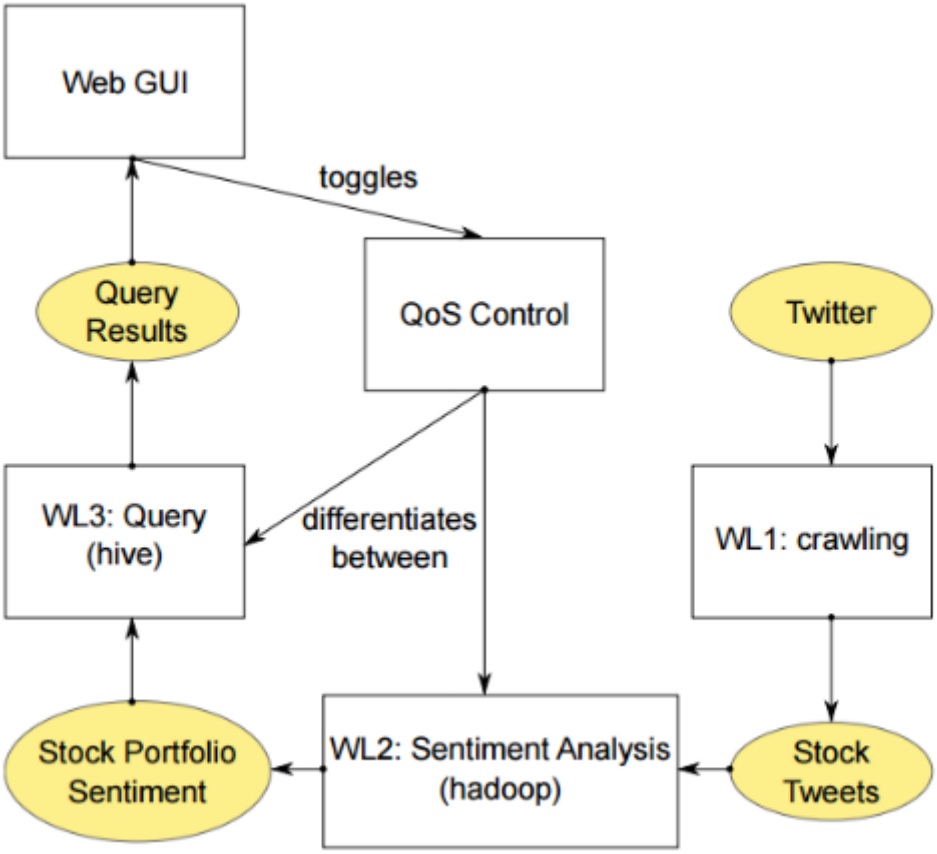


Рис. 1. Архитектура приложения

Демо-система работает в кластере Hadoop 1.1.2 и IBM GPFS 3.6. Каждый узел оборудован восемью чипами Intel Xeon 2.5 GHz CPU, 8 GB памяти и 250 GB хранилища, ОС — RedHat Linux.

Если за основу для оценки эффективности экономик использовать взаимосвязанные показатели системы национальных счетов (СНС) и методику на основе ППС в целях получения сравнимых данных по возможно большему числу стран мира, то с учётом приведенных выше ограничений применения этих методик и будущих теоретических методов их преодоления, возможно построение общей концепции формирования мировой валюты на основе единиц времени.

Выводы

Использование времени для оценки эффективности экономик стран и экономических показателей больших экономических систем (корпораций, регионов и т.д.), а также использование единиц времени в качестве мировой расчётной валюты имеет целый ряд преимуществ.

1. Время является фундаментальным понятием, использование которого в экономической науке позволит ей преодолеть кризис, создать новые концепции и технологии управления экономическими процессами, в том числе в реальном масштабе.

2. Использование времени в экономической науке, как её фундамента, сблизит её с естественными науками и будет способствовать их взаимному обогащению.

3. Использование единиц времени в качестве единой расчётной мировой валюты на основе оценки эффективности экономик, системы национальных счетов (СНС) и паритета покупательной способности (ППС) поможет устранить дисгармонию и несправедливость в обменных курсах национальных валют и способствовать ускоренному развитию догоняющих стран.

Новые информационные технологии (машинное обучение, big data и др.) позволяют получить объективную оценку в национальных валютах времени как мировой валюты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будущее мировой валютной системы: Если не доллар, то кто? URL: https://ru.ihodl.com/investment/2019-01-28/budushee-mirovoj-valyutnoj-sistemy-esli-ne-dollar-kto/. (Дата обращения: 14.05.2019)

2. Eric Fontinelle. One World, One Currency: Could It Work? / Feb 5, 2020. – URL: https://www.investopedia.com/financial-edge/0310/one-world-one-currency-could-it-work.aspx. (Date of reference: 10.03.2020)

3. Frankel, J. (2005). “Mundell-Fleming lecture: Contractionary currency crashes in developing countries.” IMF Staff Papers 52(2).

4. Gupta, P., Mishra, D. and Sahay, R. (2003). "Output response to currency crises." IMF Working Paper 03/230.

5. Что означает выражение «время — деньги». URL: http://chtooznachaet.ru/vyrazhenie_vremja_dengi.html. (Дата обращения: 14.05.2019).
6. Время – деньги! Что означает эта фраза? Имеет ли она смысл сегодня? URL: https://headlife.ru/. (Дата обращения: 15.05.2019)
7. Горохова В.Б. Взаимосвязь времени и денег. Материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. «Экономика и управление. Актуальные проблемы и поиск путей решения». Пермь, ПГНИУ, 20 апреля 2016 г., с. 33-38.
8. Уравнение обращения денег Фишера на практике. URL: http://macd.ru/articles/uravnenie-fishera/. (Дата обращения: 15.05.2019)
9. Экономическое учение Карла Маркса. URL: http://otherreferats.allbest.ru/economy/00192292_0.html. (Дата обращения: 14.05.2019)
10. Богомолов А.И., Невежин В.П. Econometric modeling of economic and financial processes in information society // Хроноэкономика. 2016. № 1 (1). С. 8-12.
11. Основные мировые валюты. URL: http://forexluck.ru/valuty/835-mirobye-valuty. (Дата обращения: 20.06.2019)
12. José Antonio Ocampo. Time for a True Global Currency// Magazine Project Syndicate. – URL: https://www.project-syndicate.org/commentary/imf-special-drawing-right-global-currency-by-jose-antonio-ocampo-2019-04?barrier=accesspaylog
13. Jose Rafael Abinader. One World Currency: The Global. University Press of America, R Inc. 2014/ - 103 p.
14. Показатели экономической эффективности страны. URL: https://lektsii.org/10-8651.html. (Дата обращения: 19.06.2019)
15. Портер Майкл. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества страны. ООО «Интеллектуальная Литература», 2016.
16. Система национальных счетов. URL: http://www.grandars.ru/student/statistika/sistema-nacionalnyh-schetov.html.
17. Паритет покупательной способности. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. URL:https://ru.wikipedia.org. (Дата обращения: 21.05.2019)
18. Эффект Баласса-Самуэльсона – теоретическое обоснование. URL: https://popecon.ru/390-effekt-balassy-samuelsona-teoreticheskoe-obosnovanie.html.
19. Гурвич Е., Соколов В., Улюкаев А. Оценка вклада эффекта Балассы-Самуэльсона в динамику реального обменного курса рубля // Журнал «Вопросы экономики», №7, 2008
20. Производительность труда: сущность, показатели и методы измерения. URL: https://studfiles.net/preview/5269863/page:5/. (Дата обращения: 20.06.2019)
21. Наивный байесовский классификатор. URL: http://datascientist.one/naive-bayes
22. Краткий обзор алгоритма машинного обучения Метод Опорных Векторов (SVM). URL: https://habr.com/ru/post/428503/ .(Дата обращения: 20.03.2020)
23. Rui Zhang, Reshu Jain, Prasenjit Sarkar and Lukas Rupprecht .Getting Your Big Data Priorities Straight: A Demonstration of Priority-based QoS using Social-network-driven Stock Recommendation, IBM Research – Almaden, Imperial College London. URL: https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/sequential-minimal-optimization-a-fast-algorithm-for-training-support-vector-machines/ (Дата обращения 15.03.2020)

1.5. Оцінювання та аналіз рівня життя населення України та країн Європейського Союзу

Однією з основних соціально-економічних категорій, що характеризує не лише матеріальний добробут окремої особи, а й визначає узагальнений результат діяльності економіки країни за певний період, є рівень життя населення. В контексті впроваджених процесів глобалізації та євроінтеграції України показник рівня життя населення набуває особливої значущості та віднесений до категорії ключових понять в межах визначення політики соціально-економічного розвитку країни.

Актуальність даної роботи та потреба в теоретичному обґрунтуванні і визначенні методів аналізу та оцінки рівня життя населення України обумовлені досить низьким його показником в умовах євроінтеграційних процесів.

Мета дослідження полягає в оцінюванні рівня життя населення України та країн ЄС з урахуванням різних сфер життя на основі побудови інтегрального індексу з використанням інструментарію економіко-математичного моделювання.

Для досягнення поставленої мети в даній роботі були вирішені такі завдання:

формування індикативного простору для оцінювання рівня життя населення за різними сферами;

вибір методичного підходу до оцінювання рівня життя населення;

побудова інтегрального показника рівня життя населення і визначення місця України в порівнянні з країнами-членами Європейського Союзу.

Розглянемо результати реалізації першого завдання. Формування індикативного простору відбувалося на основі аналізу складу світових індексів, що оцінюють соціально-економічний розвиток суспільства (а саме Human Development Index; Prosperity Index; World Happiness Index та інші)

[5, 11, 16], та вітчизняних методик оцінювання рівня життя населення [1-4].

У результаті до розрахунку інтегрального індексу рівня життя населення було включено 28 показників, об'єднані у 6 блоків відповідно до основних аспектів оцінювання рівня життя населення: відтворення населення; освіта; соціальне середовище; гідна праця; комфортне життя; добробут. Поділ саме на такі блоки пропонує Методика вимірювання людського розвитку регіонів України, затверджена Держкомстатом України і Президією НАН України [3].

Нижче наведений перелік показників для вимірювання рівня життя населення за блоками.

Блок 1. Відтворення населення.

Дитяча смертність. Відношення числа смертей дітей у віці до 1 року протягом року до кількості новонароджень в цьому році. Значення виражається на 1000 новонароджених. Характеризує рівень дитячої смертності та вимірюється імовірність померти до досягнення одного року, є загальновизнаним і доволі чутливим показником впливів медико-демографічного й соціального благополуччя в країні.

Очікувана тривалість життя (всього), років. Інтегральний і найбільш вживаний як результативний індикатор стану здоров'я, умов життя та праці населення; показує число років, які проживе новонароджений/а за умови, якщо протягом його/її життя у кожній віковій групі інтенсивність смертності залишатиметься такою ж, як у рік народження.

Рівень материнської смертності, на 100 000 живонароджених. Щорічна кількість жінок, які померли від будь-якої причини, пов'язаною з або погіршенням вагітності чи її протіканням (за винятком випадкових чи непередбачених причин) під час вагітності та пологів або протягом 42 днів після закінчення вагітності, незалежно від тривалості та місця вагітності.

Загальний коефіцієнт народжуваності. Розраховується шляхом додавання вікових показників народжуваності для жінок у певний рік. Це можна тлумачити як середнє число дітей, які будуть народжуватися живи-

ми жінкою протягом усього життя, якщо б вона пройшла дітородні роки відповідно до рівнів народжуваності у віці даного року та вижили. Це найбільш коректний індикатор рівня дітородної активності та процесу заміщення поколінь в країні.

Блок 2. Освіта.

Очікувана тривалість навчання. Загальна кількість років навчання, яке дитина певного віку може очікувати отримати в майбутньому, за умови, що ймовірність його або її зарахування в школу в будь-якому конкретному віці дорівнює нинішньому коефіцієнту охоплення в цьому віці.

Витрати на освіту, % від ВВП. Державні операційні витрати в сфері освіти, в тому числі заробітна плата та без урахування капітальних вкладень в будівлі і обладнання, розраховується в процентах від валового внутрішнього продукту.

Рівень зарахування до початкової освіти, % від усіх. Зазначена величина відповідає співвідношенню дітей в офіційний початковий шкільний вік (як визначено національною системою освіти), які навчаються в початковій школі. Початкова освіта забезпечує дітей базовим читанням, письмом, і математичні навички разом з елементарним розумінням таких предметів як історія, географія, природничі науки, соціальні науки, мистецтво та музика.

Валовий рівень зарахування до середньої освіти, % від усіх. Зазначена величина відповідає співвідношенню загального зарахування до середньої освіти, незалежно від віку, до населення вікової групи, яка офіційно відповідає рівню середньої освіти. Середня освіта (рівень 2 та 3 МСКО) завершує надання базової освіти, яка почалася на початковому рівні, і спрямована на закладання основ для навчання протягом усього життя та людського розвитку, пропонуючи більше предметів або навичок орієнтованих інструкцій з використанням більш спеціалізованих викладачів.

Вступ до ВНЗ, % від усіх. Відношення загальної кількості тих, що вступають до вищих навчальних закладів , незалежно від віку, до населення вікової групи, яке офіційно відповідає рівню вищої освіти. Вища освіта,

незалежно від того, чи є вона науковою степеню, зазвичай вимагає як мінімальну умови вступу, успішне закінчення навчання середнього рівня)

Середня оцінка 3х кращих університетів згідно рейтингу університетів QS. Середній бал трьох провідних університетів в країні. Якщо менше ніж три університети перелічені в рейтингу QS провідних 700 університетів світу, сума балів із перерахованих університетів ділиться на три, тобто означає нульову оцінку для неперелічених університетів.

Блок 3. Соціальне середовище.

Смертність від навмисного самоушкодження. Характеризує психічне здоров'я населення, розраховується на 100 000 чоловік, з урахуванням віку.

Рівень смертності від інфекційних захворювань (число смертей / 100 000). Стандартизовані за віком від смертей, викликаних такими захворюваннями: ВІЛ / СНІД, туберкульоз, діарея, внутрішні інфекції, респіраторні інфекції, отит, менінгіт, енцефаліт, дифтерія, коклюш, кір, вітряна віспа, оперізуючий герпес, малярія, хвороба Шагаса, лейшманіоз, типаносомоз, шистосомоз, цистицеркоз, цистичний ехінококоз, лімфатичний філяріоз, онхоцерціоз, трахома, денге, жовте лихорадка, сказ, прокази, еола та інші інфекційні хвороби на 100 000 чоловік. Характеризує інтенсивність розгортання епідемії туберкульозу та ефективність протидії її розповсюдженню.

Рівень вбивств (число смертей / 100000). Кількість вбивств, визначених як незаконна смерть, заподіяна людиною з наміром заподіяти смерть або серйозну травму на 100 000 чоловік. Характеризує загальну криміногенну ситуацію [].

Оцінка рівня злочинності (1 = низька, 5 = висока). Оцінка рівня вітчизняної безпеки та ступінь, до якого можна довіряти іншим громадянам. Вимірюється в масштабі від 1 (більшості інших громадян можна довіряти, дуже низький рівень внутрішньої безпеки) до 5 (дуже високий рівень недовіри, люди надзвичайно обережні у стосунках з іншими, велика кількість замкнутих громад, висока поширеність охоронців безпеки.

Ранній шлюб (% жінок у віці 15 – 19 років). Відсоток жінок, одружених у віці 15 – 19 років. Дівчата у ранніх шлюбах уразливі до насильства в сім'ї та сексуального насильства у стосунках, які не є рівними. Якщо вони вагітніють, часто стикаються із проблемами ускладнень під час вагітності і пологів, оскільки їх тіла не готові до дітонародження. Вступивши у ранній шлюб дівчата часто змушені кидати освіту, аби заробляти гроші чи виконувати хатні обов'язки.

Передчасні смерті від неінфекційних захворювань. Кількість смертей у віці від 30 до 70 років від серцево-судинних захворювань, раку, діабету або хронічного респіраторного захворювання. Характеризує проблеми хронічних неінфекційних захворювань, які викликаються не лише біомедичними, а й поведінковими, середовищними, соціальними та економічними чинниками.

Блок 4. Гідна праця.

Рівень зайнятості населення. Відношення зайнятого активного населення до всього населення, у віці 15 – 64 роки. Характеризує рівень доступу населення до даної форми самореалізації та доходу в країні. Для працездатного населення працездатного віку є найбільш прийнятним способом включення у економічно-суспільні відносини.

Довіра професійному менеджменту. Середня відповідь на запитання: «У вашій країні, хто займає вищі керівні посади в компаніях?» (1 = зазвичай родичі або друзі, без урахування заслуг; 7 = переважно професійні менеджери, обрані за достоїнства та кваліфікацію). Характеризує рівень оцінки суспільством в країні проблем отримання керуючих посад.

Вплив оподаткування на стимули до праці. Середня відповідь на запитання: «У вашій країні, в якій мірі податки і соціальні внески знижують стимул для роботи?» (1 = в значній мірі; 7 = не зовсім) Характеризує умови гнучкості праці в країні.

Безробіття, % від загальної чисельності робочої сили. Безробіття – це частка робочої сили, яка не працює, але доступна для пошуку та пошуку роботи. Визначення робочої сили і безробіття в залежності від країни. Ха-

рактеризує можливості задоволення пропозиції робочої сили, вказує на рівень реалізації трудового потенціалу та ступень проблематичності включення до відносин зайнятості; розраховується як відношення кількості безробітних до економічно активного населення (робочої сили) відповідного віку.

Блок 5. Комфортне життя.

Біорізноманіття та середовище існування (0 = без захисту, 100 = високий рівень захисту). Характеризує захист наземних та морських територій, а також видів, що знаходяться під загрозою зникнення та загрози, включаючи критичний захист місць проживання, наземні природоохоронні території, захищеність наземних територій та морські природоохоронні території, масштаб від 0 (без захисту) до 100 (високий захист). Характеризує комфортність проживання стосовно стану навколишнього природного середовища.

Якість постачання електроенергії (1 = низька, 7 = висока). Середня відповідь на запитання: «У вашій країні, як би ви оцінили надійність постачання електроенергії (відсутність переривань та відсутність коливань напруги)?» (1 = не надійний зовсім; 7 = надзвичайно надійний). Характеризує комфортність проживання в аспекті забезпеченості якісної електроенергією.

Підписки на мобільний телефон (підписки / 100 осіб). Показує обсяги підписок на загальнодоступні послуги мобільного зв'язку за допомогою мобільної технології, включаючи кількість попередньо оплачених SIM-карток, активних протягом останніх трьох місяців, виражається як кількість підписки на мобільні телефони на 100 жителів. У моделі бали оцінюються на 100 мобільних телефонів на 100 осіб

Інтернет-користувачі. Оцінює чисельності Інтернет-користувачів від загальної чисельності населення, використання Інтернету з будь-якого пристрою (включаючи мобільні телефони) за останні 12 місяців). Особи, які використовують Інтернет, відносяться до людей, які використовували Інтернет з будь-якого місця та для будь-яких цілей, незалежно від викори-

стовуваного пристрою та мережі протягом останніх трьох місяців. Це може бути через комп'ютер (наприклад, настільний комп'ютер, ноутбук або планшет або подібний портативний комп'ютер), мобільний телефон, ігровий комп'ютер, цифрове телебачення тощо. Доступ може здійснюватися через фіксовану або мобільну мережу.

Блок 6. Добробут.

Кількість днів, необхідних для початку бізнесу. Показує кількість днів, необхідних для отримання юридичного статусу для керування фірмами, характеризує ступінь доступності організації підприємницької діяльності.

Індекс розміру внутрішнього ринку. Сума валового внутрішнього продукту плюс вартість імпорту товарів та послуг, за вирахуванням вартості експорту товарів та послуг, нормалізована за шкалою від 1 до 7 (найкращою).

Валовий внутрішній продукт, що оцінюється за паритетом купівельної спроможності (ППП) у мільярдах міжнародних доларів. Характеризує кінцевий результат виробничої діяльності економічних одиниць-резидентів у сфері матеріального і нематеріального виробництва; є одним з найважливіших показників розвитку економіки країни і відповідно підґрунтя добробуту населення.

Валові національні заощадження, % ВВП. Валова національна економія виражається у співвідношенні валових національних заощаджень у поточній місцевій валюті та ВВП у поточній місцевій валюті. Він відповідає валовому наявному доходу за вирахуванням витрат кінцевого споживання після врахування коригування пенсійних фондів. Для багатьох країн оцінка національних заощаджень сформована за даними національних рахунків щодо валових внутрішніх інвестицій та даних про чисті іноземні інвестиції, що базуються на платіжних балансах.

Нижче у табл. 1 наведені джерела інформації [5-18] для кожного показника за блоками, а також зазначений їх вплив на рівень життя населення – стимулюючий (С) або дестимулюючий (Д).

Таблиця 1

Таблиця інформації щодо показників, їх джерел та характеру впливу

№	Показники за блоками	Джерело інформації	Вплив	Позначення
1	2	3	4	5
Блок 1. Відтворення населення				
1.1	Дитяча смертність, на 1000 новонароджених	Eurostat	Д	X_{11}
1.2	Рівень материнської смертності, на 100 000 живонароджених	World Health Organization	Д	X_{12}
1.3	Очікувана тривалість життя (всього)	Eurostat	С	X_{13}
1.4	Загальний коефіцієнт народжуваності	Eurostat	С	X_{14}
Блок 2. Освіта				
2.1	Очікувана тривалість навчання, роки	UNESCO Institute for Statistics, UIS online database	С	X_{21}
2.2	Витрати на освіту, % від ВВП	UNESCO Institute for Statistics, UIS online	С	X_{22}
2.3	Рівень зарахування до початкової освіти	UNESCO Institute for Statistics, Data Centre	С	X_{23}
2.4	Валовий рівень зарахування до середньої освіти	UNESCO Institute for Statistics, Data Centre	С	X_{24}
2.5	Вступ до ВНЗ, % від усіх	UNESCO Institute for Statistics, UIS online database	С	X_{25}
2.6	Середня оцінка 3-х кращих університетів згідно рейтингу університетів	QS Quacquarelli Symonds Ltd, QS World University Ranking, Top Universities.	С	X_{26}
Блок 3. Соціальне середовище				
3.1	Смертність від навмисного самоушкодження, на 100 000 чоловік	Institute for Health Metrics and Evaluation	Д	X_{31}
3.2	Рівень смертності від інфекційних захворювань, число смертей / 100 000)	Institute for Health Metrics and Evaluation	Д	X_{32}
3.3	Передчасні смерті від неінфекційних захворювань	Institute for Health Metrics and Evaluation	Д	X_{33}
3.4	Рівень вбивств, число смертей / 100 000	UN Office on Drugs and Crime	Д	X_{34}
3.5	Оцінка рівня злочинності, 1 = низька, 5 = висока	Institute for Economics and Peace Global Peace Index	Д	X_{35}
3.6	Ранній шлюб, % жінок у віці 15-19 років	OECD Gender, Institutions and Development Database	Д	X_{36}

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
Блок 4. Гідна праця				
4.1	Рівень зайнятості населення, % від загальної чисельності робочої сили	Eurostat	С	X_{41}
4.2	Довіра професійного управління, 1 = зазвичай родичі або друзі; 7 = переважно професійні менеджери	World Bank/International Finance Corporation, Doing Business	С	X_{42}
4.3	Вплив оподаткування на стимули до праці, 1 = в значній мірі; 7 = не зовсім	World Economic Forum; Executive Opinion Survey	С	X_{43}
4.4	Безробіття, % від загальної чисельності робочої сили	International Labour Organization, Key Indicators of the Labour Market database.	Д	X_{44}
Блок 5. Комфортне життя				
5.1	Біорізноманіття та середовище існування, 0 = без захисту, 100 = високий рівень захисту	Yale Center for Environmental Law & Policy and Columbia University Center for International Earth Science Information Network Environmental Performance Index	С	X_{51}
5.2	Якість постачання електроенергії, 1 = низька, 7 = висока	World Economic Forum Global Competitiveness Report	С	X_{52}
5.3	Підписки на мобільний телефон, підписки / 100 осіб	International Telecommunications Union	С	X_{53}
5.4	Інтернет-користувачі	International Telecommunications Union	С	X_{54}
Блок 6. Добробут				
6.1	Кількість днів, необхідних для початку бізнесу	World Bank/International Finance Corporation; Doing Business: Understanding Regulations for Small and Medium-Size Enterprises	Д	X_{61}
6.2	Індекс розміру внутрішнього ринку	World Economic Forum; Global Competitiveness Report	С	X_{62}
6.3	ВВП за паритетом купівельної спроможності (ППП) у млрд міжнародних доларів	International Monetary Fund; World Economic Outlook	С	X_{63}
6.4	Валові національні заощадження, % від ВВП	International Monetary Fund; World Economic Outlook	С	X_{64}

У ході реалізації другого завдання за основу було обрано Методику вимірювання людського розвитку регіонів України [3]. В рамках цієї роботи окрім змін індикативного простору у цій методиці також пропонується змінити деякі кроки алгоритму розрахунку інтегрального індексу рівня життя населення з метою зменшення суб'єктивізму під час оцінювання.

Алгоритм розрахунку інтегрального індексу рівня життя включає:

Крок 1. Нормування показників (*).

Крок 2. Калібрація показників.

Крок 3. Визначення ваг показників у блоках (*).

Крок 4. Розрахунок індексу по кожному блоку показників.

Крок 5. Розрахунок інтегрального індексу рівня життя (ІРЖ) населення.

Символом (*) позначені кроки, які пропонується виконувати в інший спосіб, ніж це було запропоновано у Методиці.

Даний алгоритм було застосовано на вихідних даних за період з 2016 по 2018 роки [5-18]. Об'єктами дослідження виступають 28 країн ЄС (включаючи Велику Британію) та Україна.

Перший крок наведеного алгоритму передбачає нормування вихідних даних, оскільки показники для розрахунку відображають різні аспекти та мають різні шкали вимірювання. У Методиці під час нормування використовуються стандартні значення показників, визначені експертним шляхом. У даній роботі нормування вихідних даних пропонується виконувати наступним способом:

$$z_{ijr} = \begin{cases} \dfrac{x_{ijr}}{\max x_{ijr}}, \text{ якщо } x_{ijr} - \text{стимулятор} \\ \dfrac{\min x_{ijr}}{x_{ijr}}, \text{ якщо } x_{ijr} - \text{дестимулятор} \end{cases}, \quad (1)$$

де z_{ijr} – нормоване значення j-ї ознаки i-го блоку для r-ої країни.

Для цього розраховуємо мінімальні значення для показників-дестимуляторів та максимальні значення для показників-стимуляторів відповідно за весь досліджуваний період.

Наступним кроком наведеного алгоритму є калібрація нормованих показників з метою елімінування впливу процедури нормування на узагальнюючий показник по блоку. Ціллю калібрації є забезпечення в середньому рівного представлення нормованих показників у індексі блоку до проведення процедури зважування [3].

Калібрація нормованого показника відбувається за наступною формулою:

$$z_{ijr}^{c} = z_{ijr} * c_{ij},$$

де z_{ijr}^{c} – калібровані нормовані значення *j–го* показника у *i–му* блоці показників по країні *r*; c_{ij} – калібрувальний коефіцієнт для *j–го* показника у *i–му* блоці показників, розрахований за формулою:

$$c_{ij} = \frac{\overline{b_{\imath}}}{\overline{b_{\imath j}}},$$

де $\overline{b_{\imath}}$ – середнє значення питомої ваги нормованих показників у *i–му* блоці показників, розраховане за формулою:

$$\overline{b_{\imath}} = \frac{\sum_{j=1}^{k_i} \overline{b_{\imath j}}}{k_i},$$

де k_i – кількість показників у *i–му* блоці, $\overline{b_{\imath j}}$ – середнє значення показника структури – питомої ваги *j–го* нормованого показника у *i–му* блоці показників:

$$\overline{b_{\imath j}} = \frac{\sum_{r=1}^{29} b_{ijr}}{29},$$

де b_{ijr} – питома вага *j–го* нормованого показника у загальному індексі *i–го* блоку показників для країни *r*, розрахована за формулою:

$$b_{ijr} = \frac{z_{ijr}}{\sum_{j=1}^{k_i} z_{ijr}},$$

Результати калібрування показників за блоками представлені в табл. 2 – 4.

Третім кроком побудови інтегрального індекса рівня життя населення є визначення ваг показників у блоках за допомогою методу факторного аналізу та розрахунку факторних коефіцієнтів. Використання методу бага-

товимірного статистичного аналізу, на відміну від експертного оцінювання, запропонованого у Методиці, дозволяє знизити суб'єктивність під час визначення вагових коефіцієнтів.

Таблиця 2

Результати калібрування показників за блоками 1 і 2

Показник	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}
sum b_{ijr}	5,195	4,302	10,645	8,857	6,508	2,417	7,493	5,218	4,688	2,676
mean b_{ij}	0,179	0,148	0,367	0,305	0,2244	0,0833	0,2583	0,1799	0,1616	0,0922
mean b_i	0,250				0,167					
c_{ij}	1,396	1,685	0,681	0,819	0,743	2,000	0,645	0,926	1,031	1,806

Таблиця 3

Результати калібрування показників за блоками 3 і 4

Показник	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}
sum b_{ijr}	3,380	5,033	7,26	1,967	8,591	2,768	2,877	3,821	2,653	6,686
mean b_{ij}	0,117	0,174	0,250	0,068	0,296	0,095	0,099	0,132	0,091	0,231
mean b_i	0,167						0,138			
C_{ij}	1,43	0,9604	0,6657	2,4566	0,5625	1,7459	2,520	1,8975	2,7328	1,084

Таблиця 4

Результати калібрування показників за блоками 5 і 6

Показник	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	X_{61}	X_{62}	X_{63}	X_{64}
sum b_{ijr}	8,0503	7,4308	6,8305	6,6881	5,2239	9,6789	3,9382	10,1588
mean b_{ij}	0,2775	0,2562	0,2355	0,2306	0,1801	0,3337	0,1358	0,3503
mean b_i	0,25				0,25			
c_{ij}	0,9005	0,9756	1,0614	1,0840	1,3873	0,7490	1,8409	0,7139

Розрахунки еталонних значень та ваг проводяться для кожного блоку показників окремо. Результати для блоку «Відтворення населення» наведено в табл. 5.

Аналізуючи отримані результати, робимо висновок, що у цьому блоці найбільшу вагу має показник загального коефіцієнту народжуваності.

Він є найбільш коректним індикатором рівня дітородної активності та процесу заміщення поколінь в країні. Еталонне значення показника очікуваної тривалості життя для України та країн ЄС складає 83,08 років.

Таблиця 5

Таблиця еталонних значень та ваг для показників блоку 1 «Відтворення населення»

№	Показники за блоками	Позначення xij	Еталонне значення	Вага
1.1	Дитяча смертність, на 1000 новонароджених	X_{11}	1,6	0,175
1.2	Рівень материнської смертності, на 100 000 живонароджених	X_{12}	2,61	0,230
1.3	Очікувана тривалість життя (всього)	X_{13}	83,08	0,170
1.4	Загальний коефіцієнт народжуваності	X_{14}	1,96	0,425

За інформацією зазначеною в табл. 6 відмічаємо, що найвагоміший внесок в оцінку рівня освіти в країні роблять декілька показників – очікувана тривалість навчання та валовий рівень зарахування до середньої освіти зі значенням ваг 0,217 та 0,197 відповідно. Максимальна оцінка 3-х кращих університетів серед країн-учасників ЄС та України згідно рейтингу університетів QS досягає 97,8, що є еталонним значенням для даного показника.

Таблиця 6

Таблиця еталонних значень та ваг для показників блоку 2 «Освіта»

№	Показники за блоками	Позначення xij	Еталонне значення	Вага
2.1	Очікувана тривалість навчання, роки	X_{21}	19,6	0,217
2.2	Витрати на освіту, % від ВВП	X_{22}	17,7	0,078
2.3	Рівень зарахування до початкової освіти	X_{23}	99,85	0,176
2.4	Валовий рівень зарахування до середньої освіти	X_{24}	164,81	0,197
2.5	Вступ до ВНЗ	X_{25}	110,20	0,145
2.6	Середня оцінка 3х кращих університетів згідно рейтингу університетів	X_{26}	97,8	0,187

Аналіз еталонних значень та ваг показників блоку «Соціальне середовище», наведених у табл. 7, дозволяє зробити наступні висновки. Найсуттєвіший вплив на рівень життя населення в соціальному аспекті мають

такі показники, як смертність від навмисного самоушкодження, що характеризує психологічне здоров'я, та оцінка рівня злочинності в країні суспільством.

Таблиця 7

Таблиця еталонних значень та ваг для показників блоку 3 «Соціальне середовище»

№	Показники за блоками	Позначення xij	Еталонне значення	Вага
3.1	Смертність від навмисного самоушкодження, число смертей / 100000	X_{31}	3,15	0,232
3.2	Рівень смертності від інфекційних захворювань, число смертей / 100000	X_{32}	8,26	0,157
3.3	Передчасні смерті від неінфекційних захворювань	X_{33}	199,1	0,109
3.3	Рівень вбивств, число смертей / 100000	X_{34}	0,2	0,096
3.4	Оцінка рівня злочинності, 1 = низька, 5 = висока	X_{35}	2	0,214
3.5	Ранній шлюб, % жінок у віці 15 – 19 років	X_{36}	0,00001	0,192

За інформацією наведеною в табл. 8 найвищий рівень зайнятості досягає значення 76,2 % серед країн ЄС та України, а з іншого боку найнижчий рівень безробіття – 4% від загальної чисельності робочої сили. Ці показники також характеризують рівень доступу населення до даної форми самореалізації та доходу в країні, а також – ступінь проблематичності включення до відносин зайнятості, тому саме вони мають найбільші ваги.

Таблиця 8

Таблиця еталонних значень та ваг для показників блоку 4 «Гідна праця»

№	Показники за блоками	Позначення xij	Еталонне значення	Вага
4.1	Рівень зайнятості населення, % від загальної чисельності робочої сили	X_{41}	76,2	0,309
4.2	Довіра професійного управління, 1 = зазвичай родичі або друзі, без урахування заслуг; 7 = переважно професійні менеджери, обрані за достоїнства та кваліфікацію	X_{42}	6,32	0,261
4.3	Вплив оподаткування на стимули до праці, 1 = в значній мірі; 7 = не зовсім	X_{43}	5,17	0,154
4.4	Безробіття, % від загальної чисельності	X_{44}	4	0,276

Щодо найсуттєвішого внеску в оцінку рівня життя населення в рамках блоку «Комфортне життя» (табл. 9), то найбільш вагомішим є внесок показника захисту біорізноманіття та середовища існування. Серед країнчленів Європейського Союзу є такі країни, що мають еталонне значення. Інші показники даного блоку мають приблизно однаковий вплив на рівень життя населення, ці показники стосуються надання послуг електропостачання та інформаційно-комунікативних послуг.

Таблиця 9

Таблиця еталонних значень та ваг для показників блоку 5
«Комфортне життя»

№	Показники за блоками	Позначення xij	Еталонне значення	Вага
5.1	Біорізноманіття та середовище існування, 0 = без захисту, 100 = високий рівень захисту	X_{51}	100	0,449
5.2	Якість постачання електроенергії, 1 = низька, 7 = висока	X_{52}	6,69	0,204
5.3	Підписки на мобільний телефон, підписки / 100 осіб	X_{53}	154,29	0,193
5.4	Інтернет-користувачі	X_{54}	95,99	0,154

Аналізуючи отримані результати в табл. 10, одним з найважливіших показників розвитку економіки країни і відповідно підґрунтям добробуту населення є показник ВВП за паритетом купівельної спроможності, що й має вагу 0,289 – найбільшу вагу серед інших показників блоку «Добробут». Наступними за значущістю виступають валові національні заощадження, що характеризують процес заощадження у межах економіки країни та індекс розміру внутрішнього ринку, що мають ваги 0,254 та 0,245 відповідно.

Розглянемо реалізацію останніх двох кроків алгоритму наведеного вище алгоритму оцінювання рівня життя населення для України та країн ЄС.

Результати розрахунки індексів по кожному блоку та сумарне значення індексу рівня життя населення наведено на рис. 1.

Таблиця 10

Таблиця еталонних значень та ваг для показників блоку 6 «Добробут»

№	Показники за блоками	Позначення xij	Еталонне значення	Вага
6.1	Кількість днів, необхідних для початку бізнесу	X_{61}	2,5	0,212
6.2	Індекс розміру внутрішнього ринку	X_{62}	5,83	0,245
6.3	ВВП за паритетом купівельної спроможності (ППП) у млрд міжнародних доларів	X_{63}	100573,14	0,289
6.4	Валові національні заощадження, % від ВВП	X_{64}	30,89	0,254

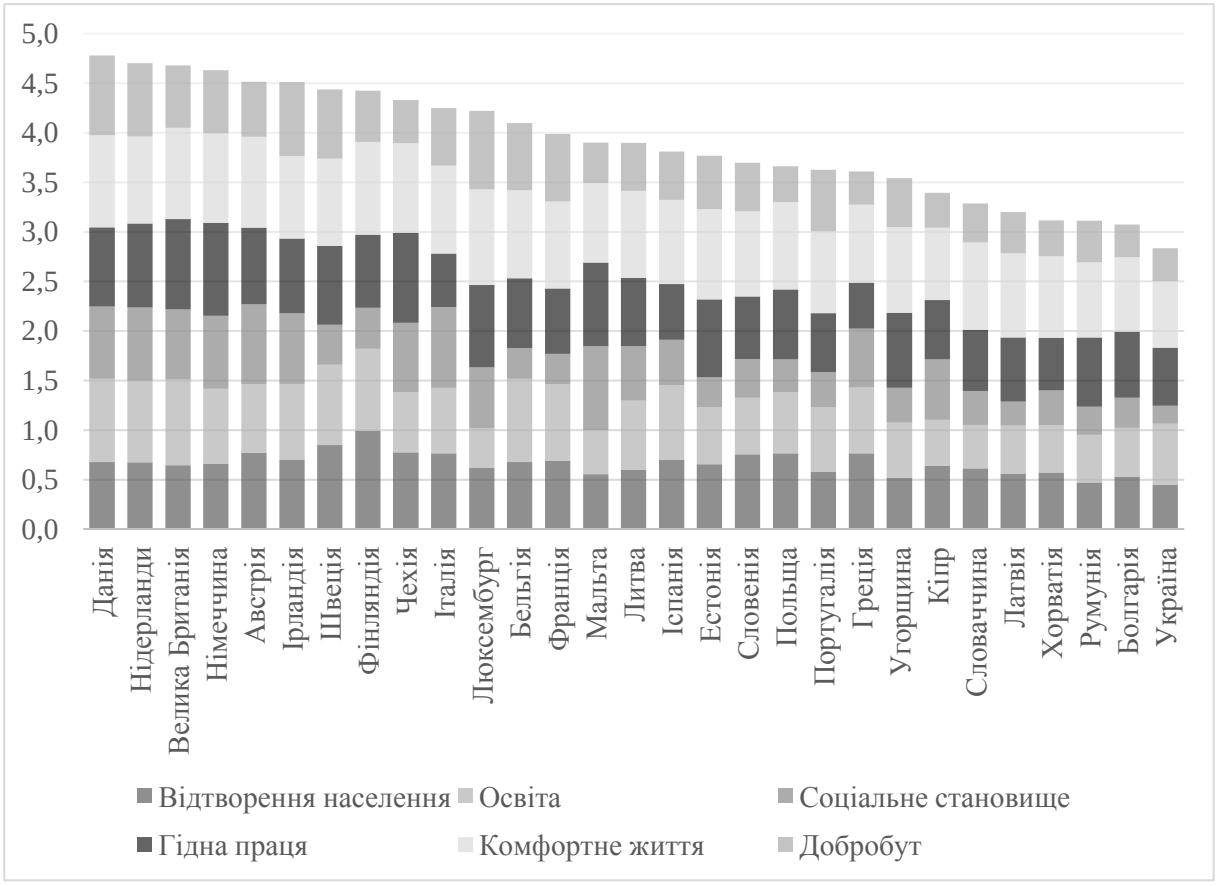


Рис. 1. Результати розрахунків індексів по кожному блоку та сумарне значення індексу рівня життя населення у 2018 р.

Аналіз індексів по кожному блоку інтегрального показника рівня життя населення у 2018 році для України та країн-членів Європейського Союзу дає можливість для наступних висновків. Найвищий результат за блоком «Відтворення населення» має Фінляндія, оскільки демонструє найнижчі значення для показників-дестимуляторів дитячої та материнської

смертності. У той час як Україна перебуває на останньому місці з індексом 0,448. Даний результат є показником впливів медико-демографічного й соціального благополуччя в країні.

У наступному блоці серед лідерів можна відмітити Бельгію, Данію, Фінляндію, Нідерланди, Швецію та Об'єднане Королівство Велика Британія. Наша країна займає 16-те місце в рейтингу в межах даного блоку, незважаючи на доволі малі витрати на освіту як відсоток від ВВП та невисоку середню оцінку 3х кращих університетів згідно рейтингу університетів QS.

Розглянемо блок «Соціальне середовище». Складовими цього блоку є стан суспільного здоров'я, соціальне самопочуття та соціальна напруга та безпека. Серед країн існує суттєве розшарування, про що свідчить наступне – більшість, а саме 16 країн мають індекс нижче ніж 0,5. З іншого боку Італія, Мальта та Австрія демонструють результат за даним блоком показників вище ніж 0,8. Україна в свою чергу має найвищий показник за рівнем передчасних смертей від неінфекційних захворювань, що є безпосереднім індикатором проблем у сфері надання медичних послуг та піклування з боку країни про здоров'я та благополуччя населення країни.

Стосовно блоку 4 зазначимо, що лише Греція не досягла значення індексу 0,5, оскільки тут спостерігається найнижчий рівень занятості населення (52%) та відповідно найвищий рівень безробіття (23,5%). Близькими за рівнем до Греції є Іспанія, Італія та Хорватія.

Для України є невтішними результати інтегральних показників за блоками «Комфортне життя» та «Добробут» в порівнянні з країнами Європи, оскільки наша країна демонструє найнижчі результати. Цей не дивно зважаючи на значення показника ВВП на душу населення в 2185,73 міжнародних долара, що є мінімальним серед досліджуваних країн.

Розподіл країн ЄС та України за період 2016-2018 рр. за значенням інтегрального ІРЖ населення наведений на рис. 2.

Аналізуючи отримані результати, можна сказати, що у більшості досліджуваних країн помітне рівномірне зростання рівня життя населення за

період 2016-2018 рр., беручи за основу для порівняння 2018 рік. Такі країни як Польща, Люксембург та Чехія у 2017 році мають вищі показники, ніж у 2018 році, переважно завдяки найнижчим значенням показника-дестимулятора рівня вбивств в країні.

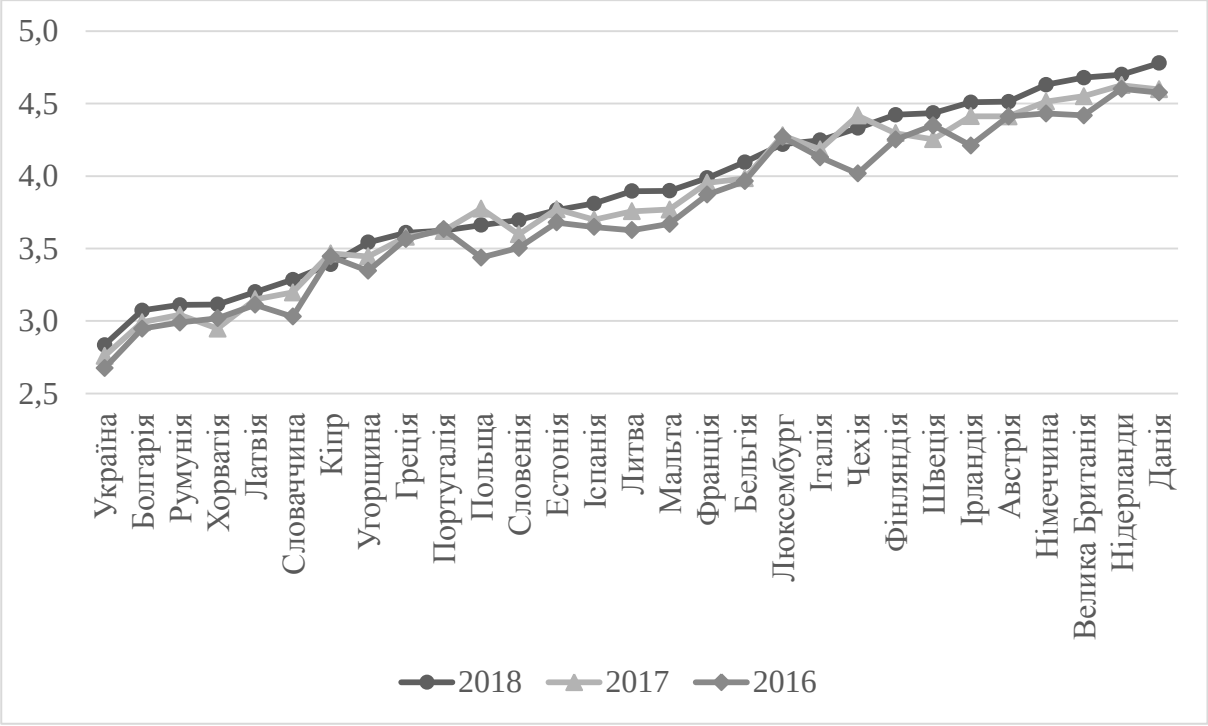


Рис. 2. Розподіл країн ЄС та України за період 2016-2018 рр. за значенням інтегрального ІРЖ населення

Також можна відмітити стабільне становище країн ЄС – Латвії, Греції та Португалії. Впродовж досліджуваного періоду їм вдалося зберегти здобутий рівень життя населення. Хоча для країн з середнім рівнем подібне явище свідчить про відсутність державного регулювання та стимулювання в напрямку соціально-економічного розвитку країн. У даному випадку владі вищезазначених країн слід розробити стратегічний план з підвищення рівня життя населення та вжити заходів відповідно до рекомендацій.

Як не дивно, у країнах, що демонструють дуже високий рівень життя населення таких як – Швеція, Фінляндія, Данія та Нідерланди, знайшла практичне втілення скандинавська модель соціальної політики. Пріоритет-

ними завданнями якої вважаються загальна зайнятість і вирівнювання доходів населення та пом'якшення розшарування суспільства за рівнем доходу. Тому країни північної Європи мають високі показники рівня зайнятості серед економічно активного населення.

Що стосується другої половини рейтингу країн за рівнем життя населення, то її більшість складають держави Східної Європи та пострадянські держави включно з Україною, яка, на жаль, займає останнє місце в рейтингу. Невтішні результати зумовлені низькими показниками індексів за блоками «Соціальне середовище» та «Добробут».

Таким чином, був розрахований інтегральний показник рівня життя населення країн-членів Європейського Союзу та України з урахуванням різних сфер життя, що всебічно характеризують рівень та якість життя в країні з точки зору економічних, соціальних, демографічних, екологічних, освітянських, медичних та інших аспектів.

Подолання відставання України від країн ЄС диктує необхідність послідовного впровадження принципів соціальної ринкової економіки, яка характеризується розвиненими ринковими відносинами, високим рівнем економічного розвитку, політичною демократією, гарантованим доступом до системи освіти та охорони здоров'я, розвиненою системою соціального захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Временко Л.В., Порівняльний аналіз рівня життя населення у європейських країнах / Л.В. Временко, В.В. Мужилівський // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2016. №54. 407-412.
2. Гончарова С. Ю. Показники оцінки рівня життя населення та їх систематизація / С. Ю. Гончарова, Ю. П Радушко // Бізнес Інформ. 2012. – №6. – С. 114-117.
3. Методика вимірювання регіонального людського розвитку [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/09/zb_rlr2017_pdf.pdf
4. Омельченко О. І. Методологічні засади оцінювання рівня життя населення в регіонах України / О. І. Омельченко // Проблеми економіки. – 2010. – №2. – С. 81-90.
5. Human development index [Electronic resource] / United Nations Development Programme. – Access mode: http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi

6. Institute for Economics and Peace Global Peace Index [Electronic resource]. – Access mode: http://static.visionofhumanity.org/
7. Institute for Health Metrics and Evaluation [Electronic resource]. – Access mode: http://ghdx.healthdata.org/record/
8. International Labour Organization, Key Indicators of the Labour Market database [Electronic resource]. – Access mode: https://data.worldbank.org/
9. International Monetary Fund [Electronic resource]. – Access mode: www.imf.org/weo
10. International Telecommunications Union [Electronic resource]. – Access mode: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx
11. The Legatum Prosperity index [Electronic resource] / The Legatum Institute. – Access mode: https://www.prosperity.com/
12. UN Office on Drugs and Crime [Electronic resource]. – Access mode: https://data.unodc.org/
13. UNESCO Institute for Statistics [Electronic resource]. – Access mode: http://data.uis.unesco.org
14. World Bank/International Finance Corporation [Electronic resource]. – Access mode: www.doingbusiness.org
15. World Economic Forum [Electronic resource]. – Access mode: www.weforum.org/gcr
16. World Happiness Index [Electronic resource]. – Access mode: https://countryeconomy.com/demography/world-happiness-index
17. World Health Organization [Electronic resource]. – Access mode: http://www.who.int/
18. Yale Center for Environmental Law & Policy and Columbia University Center for International Earth Science Information Network Environmental Performance Index [Electronic resource]. – Access mode: http://epi.yale.edu/downloads

ГЛАВА 2
МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ И РЕШЕНИЙ

2.1. Прийняття рішень в процесі управління мінімізацією опору персоналу організаційним змінам на підприємстві з використанням елементів стадної поведінки та рефлексивного підходу

Ефективне управління підприємством, зокрема, здійснення організаційних змін, вимагає не тільки правильної розробки управлінських рішень, а й правильного їх доведення до виконання всіма членами колективу, всебічного аналізу та врахування можливого організаційного опору, викликаного низьким рівнем підтримки рішень в колективі. Кінцевою метою прийняття рішень у сфері регулювання рівня підтримки організаційних змін членами колективу, незалежно від того, чи виконується воно в якості реакції на прояви організаційного опору, або ж реалізується в рамках регулярних зусиль керівництва підприємства щодо поліпшення мікроклімату в колективі, є підвищення рівня підтримки відповідних організаційних змін членами колективу, і, відповідно, здатності підприємства успішно проводити організаційні зміни. У даному контексті доцільно абстрагуватися від характеру самих організаційних змін та їх потенційного впливу на фінансово-господарські, виробничі та інші показники підприємства, коливання зовнішнього середовища і т.п. Безумовно, прийняття рішень у цілому повинно ґрунтуватися на досягненні пріоритетів функціонування і розвитку підприємства, розвитку і розширенню його діяльності, проте в рамках даного дослідження розглядаються лише проблеми підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу і передбачається, що самі організаційні зміни попередньо обґрунтовуються з використанням відповідного інструментарію на основі діючих цілей і стратегій підприємства, і ефективність таких організаційних змін під сумнів не ставиться.

Таким чином, у рамках прийняття рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу необхідно оцінити, як ті

чи інші дії, пов'язані безпосередньо з підготовкою організаційних змін або спрямовані на те, щоб вплинути на рівень підтримки організаційних змін у колективі, впливають на підсумковий рівень підтримки конкретного рішення з урахуванням початкової підтримки рішень окремими членами колективу, їх схильності до конформізму та авторитету членів колективу в очах один одного, а також зміни рівня підтримки рішення після інформаційного обміну між членами колективу. На відміну від інших соціально-економічних систем (наприклад, ринків товарів і послуг), у колективах співробітників підприємств має місце вкрай інтенсивна інформаційна взаємодія, причому в результаті спілкування і взаємодії членів колективу, коли одним членам колективу стає відомо про думку інших членів колективу у деяких питанням, їхня думка може змінюватися. У зв'язку з цим, при оцінці рівня підтримки прийняття рішень на підприємствах, зокрема організаційних змін у колективі, а також при прийнятті рішень щодо мінімізації організаційного опору, необхідно враховувати не просто попередню думку членів колективу, а й вплив інформаційної взаємодії між членами колективу на підсумковий рівень підтримки [1]. Це вимагає застосування елементів теорій рефлексивного управління та стадної поведінки.

В результаті спілкування і взаємодії членів колективу, в ході якого одним членам колективу стає відомо про думку інших членів колективу з даного питання, їхня думка може змінюватися. Назвемо спілкування або взаємодію, в результаті якої два члени колективу дізнаються думку один одного з якогось питання, актом інформаційної взаємодії. В результаті інформаційної взаємодії член колективу частково переймає думку іншого члену колективу – партнера з акту інформаційної взаємодії, причому ступінь прийняття одним членом колективу думки іншого члену колективу залежить від авторитету особи, яка надає інформацію про свою думку, в очах того, кому ця інформація передається. При цьому авторитет ототожнюється зі схильністю переймати думку іншого члену колективу – чим вищим є авторитет, тим більше одержувач інформації про думку іншого члену колективу схильний перейняти цю думку.

Крім того, слід враховувати суб'єктивну схильність членів колективу до впливу чужої думки («конформізм» від лат. conformis – подібний, схожий), під якою буде розумітися схильність члену колективу переймати чужу думку в процесі інформаційної взаємодії з іншими членами колективу (явище, зворотнє збереженню своєї первісного думки). Така схильність може визначатися психологічними особливостями людини, її попереднім життєвим досвідом [2].

Схильність членів колективу до впливу чужої думки, як правило, обумовлена сукупністю таких факторів: небажанням приймати рішення і нести за них відповідальність; недостатньою компетентністю; недостатньою інформованістю; суб'єктивними психологічними особливостями і психологічним типом особистості. Така поведінка, що виражається у прийнятті думки членів колективу і називається «конформізмом» [3], проявляється в беззастережному прийнятті членами колективу існуючого порядку речей, пануючих у групі думок, пристосування до них на основі відмови від власних думок і дій. У результаті може формуватися групова однодумність, заснована на придушенні окремою особистістю своїх дійсних поглядів (суб'єктивної вигідності рішень для конкретного члену колективу) та підтримці загальної думки з тим, щоб не порушувати гармонію групи. Слід зазначити, що таке беззастережне прийняття є скоріше крайнім випадком, на практиці ж мова йде про ту чи іншу міру прийняття чужої думки, яка може істотно відрізнятися в окремих працівників. Як наголошується в роботі [3], ступінь конформізму залежить від складності завдання, яке вирішується членом колективу, положення працівника в групі, суб'єктивного значення групи для нього: члени колективу з високим статусом піддаються меншому тиску, і чим ближче члену колективу загальні цілі колективу, тим він більше підпорядковується домінуючій думці.

Таким чином, підсумковий рівень підтримки деякого рішення формується в результаті інформаційної взаємодії всередині колективу з урахуванням авторитету окремих членів колективу в очах один одного, а також суб'єктивної схильності кожного з них до впливу чужої думки.

Вихідна постановка завдання полягає в тому, що є деякий колектив, в якому планується до реалізації деяке рішення щодо впровадження будь-якої організаційної інновації, яке впливає на даний колектив, при цьому воно може різною мірою впливати на окремих членів колективу і мати різну вигідність для них (для когось рішення може бути вигідним, а для когось ні). Більше того, для різних членів колективу це рішення може бути по-різному вигідно. Воно може вимагати від співробітника додаткового часу на адаптацію до інновації або іншим чином погіршувати його положення (можливе зменшення повноважень, доходів і наявних ресурсів, зміна робочого процесу, зміна посадового статусу, перекваліфікація і т.д.) – ці фактори сприяють зниженню підтримки співробітником рішення. Або ж, навпаки рішення може бути вигідним – воно може надавати співробітникові додаткові повноваження, полегшувати працю, надавати співробітникові додатковий вільний час, збільшувати його доходи, сприяти моральному задоволенню від праці і т.п.

Відповідно [2] існує два способи вирішення завдання підвищення рівня підтримки рішень у колективі (зокрема, рішень, що стосуються організаційних змін) і окремого випадку цієї задачі – зниження організаційного опору:

1. Вплив на об'єктивну вигідність рішень. Такі дії можуть включати підвищення заробітної плати, поліпшення умов праці, коригування організаційних змін у напрямку покращення становища даного співробітника, застосування стимулюючих заходів нематеріального характеру і т.п.

2. Вплив на початковий рівень підтримки рішення окремими членами колективу. Такі дії можуть включати проведення роз'яснювальної роботи, презентації організаційних змін і агітацію на користь їх проведення, переконання співробітників у корисності організаційних змін для підприємства в цілому і його колективу, зокрема, наведення у якості прикладу успішності аналогічних заходів на інших підприємствах, обґрунтування позитивного впливу організаційних змін на положення та умови праці ко-

жного працівника, тренінги та навчальні семінари з метою ілюстрації відсутності додаткових проблем і складнощів і т.п.

Крім того, існує ряд безвитратних або маловитратних способів підвищення рівня підтримки організаційних змін у колективі, пов'язаних з централізованим інформаційним впливом керівництва підприємства на колектив, зокрема:

забезпечення розуміння персоналом організаційних змін;

донесення до персоналу інформації про те, що організаційні зміни забезпечать позитивний вплив на підприємство;

демонстрація того, що керівники підприємства активно сприяють впровадженню організаційних змін;

забезпечення серед членів колективу розуміння того, чому підприємство впроваджує організаційні зміни;

забезпечення серед членів колективу розуміння того, як організаційні зміни змінять повсякденну роботу членів колективу;

створення серед членів колективу думки про те, що організаційні зміни привнесуть позитивні зміни у роботу членів колективу;

забезпечення серед членів колективу впевненості в тому, що у них достатньо знань для виконання своєї роботи після впровадження організаційних змін;

отримання членами колективу достатньої комунікації з приводу змін;

кожен член колективу повинен знати, до кого звернутися, якщо у нього виникнуть питання з приводу організаційних змін.

Якщо розглядати завдання в цілому, то може бути сформульовано класичне завдання прийняття рішень, як вибору з безлічі потенційних рішень. Для вирішення подібних завдань в науці і практиці існує безліч методів [1]: експертні методи, дерева рішень, методи лінійного і динамічного програмування, методи прогнозування, розроблені на базі аналізу рядів динаміки, балансові та економетричні моделі, засновані на регресійних рівняннях, імітаційне моделювання та т.д. У роботі для обґрунтування прийняття рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін

членами колективу за основу береться інструментарій математичного програмування, що пояснюється такими міркуваннями.

При побудові моделей для вирішення завдань розробки, обґрунтування та підготовки до реалізації управлінських рішень у науці і практиці поширення набув економіко-математичний інструментарій, зокрема, апарат математичного програмування. Його застосування дозволяє здійснювати розробку моделей, які можуть використовуватися для вирішення різних економічних завдань при обмеженості доступних ресурсів, зокрема, спрямованих на здійснення вибору з переліку потенційних альтернатив, оптимальне використання обмежених ресурсів, оцінку наслідків тих чи інших управлінських рішень. При вирішенні сформульованого вище завдання обґрунтування управлінських рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу доцільно використовувати інструментарій оптимізаційного моделювання [7], який дозволяє формалізувати завдання вибору оптимальних характеристик управлінських рішень, а для пошуку конкретних значень оптимальних параметрів управлінських рішень – апарат математичного програмування [8, 9, 10]. Зокрема, при прийнятті рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу необхідно вирішувати завдання вибору з наявних альтернатив таких рішень, при реалізації яких буде досягатися максимальне зростання рівня підтримки організаційних змін і одночасно будуть дотримуватися певні обмеження (зокрема, на використання фінансових ресурсів). Також у модель можна включати у якості додаткових параметрів різні фінансово-господарські потреби, формулювання цілей і стратегій підприємства (якщо вони можуть бути виражені в термінах моделі).

Крім того, інструментарій математичного програмування поєднує оптимізаційні можливості з імітаційними можливостями [11]. В контексті даного завдання він дозволяє оцінювати вплив тих чи інших рішень на рівень підтримки організаційних змін у колективі. На основі вищевикладеного можна зробити висновок, що апарат математичного програмування в повній мірі відповідає всім зазначеним вимогам, що є достатнім обґрунту-

ванням його вибору в якості основи для формалізації і вирішення завдання підготовки управлінських рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу.

Оптимізаційна модель [9, 10] складається з цільової функції, що виражає в числовому вигляді критерії для оцінки переваги одного рішення в порівнянні іншим, і набору обмежень, які фіксують умови, виконання яких є обов'язковим при пошуках оптимального рішення. Обмеження і цільова функція виражаються математичними формулами і можуть складатися зі змінюваних і незмінних параметрів. В результаті вирішення оптимізаційної задачі здійснюється пошук таких значень змінних, при яких цільова функція моделі буде приймати задане цільове значення або ж прагнути в заданому напрямку, при цьому можна поставити завдання пошуку мінімального або максимального значення, або ж конкретного значення. Якщо розрахунки з використанням моделі покажуть, що при заданих обмеженнях цілі не можуть бути досягнуті і завдання не має вирішення, то слід змінити обмеження або цільову функцію, в результаті чого використання моделі перетворюється на ітеративний процес послідовного пом'якшення обмежень або цільової функції.

При обґрунтуванні управлінських рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу необхідно відповісти на ряд питань: «Які заходи необхідно реалізувати, щоб підсумковий рівень підтримки організаційних змін (після інформаційної взаємодії у колективі) був не нижче певного рівня?»; «Яким буде рівень підтримки організаційних змін після реалізації представлених заходів?»; «Які з потенційних заходів, спрямованих на підвищення рівня підтримки організаційних змін, є максимально ефективними з точки зору співвідношення витрат і результату?»; «Як запобігти формуванню груп співробітників з низьким рівнем підтримки організаційних змін (на рівні активного опору, які можуть спільно реалізовувати свій організаційний опір)?»; «Як сформувати групи співробітників, які проявляють активну підтримку організаційних змін?». Отже,

модель, покладена в основу підходу, повинна дозволяти відповісти на сформульовані вище питання.

У моделі використовуються наступні позначення:

N – кількість учасників колективу;

n – індивідуальний ідентифікатор члену колективу, $n=\overline{1,N}$;

$S_{n,0}$ – початковий, тобто вихідний (до інформаційної взаємодії між членами колективу) рівень підтримки рішення n-м членом колективу;

$S_{n,1}$ – підсумковий (після інформаційної взаємодії між членами колективу) рівень підтримки рішення n-м членом колективу;

$A_{n,m}$ – авторитет m-го члену колективу в очах n-го члену колективу;

D_n –схильність n-го члену колективу чужій думці (конформізм);

V_n – об'єктивна вигідність рішення для n-го члену коллективу.

Тому, прийняття рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу та мінімізації проявів організаційного опору повинно ґрунтуватися на варіюванні цими показниками або частиною з них.

З точки зору моделювання та прийняття рішень, основне завдання зводиться до вибору оптимальних управлінських рішень («заходів»), які можуть впливати на рівень підтримки організаційних змін членами колективу через зміну таких параметрів: об'єктивна вигідність рішень для окремих членів колективу (об'єктивна складова) і початковий рівень підтримки рішень членами колективу (суб'єктивна складова). Існує M можливих заходів, кожне окреме з яких позначається $m, m=\overline{1,M}$. Кожному заходу ставиться у відповідність по три функції – функція витрат і дві функції ефекту (по одній для початкового рівня підтримки і по одній для об'єктивної вигідності рішення для членів колективу). Передбачається, що кожен захід може впливати як на початковий рівень підтримки, так і на об'єктивну вигідність розглянутого рішення (при цьому інтенсивність впливу може відрізнятися, або такого впливу може не бути взагалі).

Ще однією важливою особливістю, яку потрібно враховувати при плануванні заходів, є їх інтенсивність (міра докладання зусиль або спрямування ресурсів на даний захід). Якщо під заходом розуміється підвищення заробітної плати або застосування інших заходів матеріального стимулювання, то інтенсивність може бути виражена в грошовому вигляді. Якщо мова йде про заходи, пов'язані з поліпшенням умов праці, то інтенсивність буде відображати ступінь поліпшення умов праці. Для заходів щодо формування позитивного образу організаційних змін інтенсивність буде відображати міру інформаційного впливу на членів колективу. Таким чином, функції витрат і функції ефекту дозволяють встановити взаємозв'язок між впливом заходів на початковий рівень підтримки і об'єктивну вигідність організаційних змін для окремих членів колективу – з одного боку, і витратами на реалізацію організаційних змін – з іншого. Функції ефекту показують зміну параметрів при реалізації заходів з певною інтенсивністю: зміна початкового рівня підтримки розглянутого рішення n-м членом колективу при реалізації m-го заходу з інтенсивністю i виражається функцією $\triangle S(m,n,i)$, а зміна об'єктивної вигідності розглянутого рішення для n-го члену колективу при реалізації m-го заходу з інтенсивністю i виражається функцією $\triangle V(m,n,i)$. Якщо захід не реалізується (зокрема не реалізується взагалі або не реалізується для конкретного члена колективу), то його інтенсивність для даного члена колективу дорівнює 0. Тоді фактичний початковий рівень підтримки розглянутого рішення після реалізації відібраних заходів буде визначатися за формулою:

$$S_{n,0}^{final} = S_{n,0} + \sum_{m=1}^{M} \triangle S(m,n,i) \qquad (1)$$

а об'єктивна вигідність підтримки розглянутого рішення буде визначатися за формулою:

$$V_{n,0}^{final} = V_{n,0} + \sum_{m=1}^{M} \triangle V(m,n,i) \qquad (2)$$

У такому випадку підсумковий (з урахуванням реалізації заходів і після інформаційних взаємодій) рівень підтримки організаційних змін кожним окремим членом колективу буде визначатися за формулою:

$$S_{n,t^*}^{final} = \left(1 - D_n\right) S_{n,0}^{final} + \\ + \frac{1}{N-1} \sum_{k=1|k\neq n}^{N} \left(D_n \left(\left(1 - \left| A_{n,m} - V_{n,0}^{final} \right| \right) \left(S_{m,0} A_{n,m} + S_{n,0}^{final} \left(1 - A_{n,m}\right) \right) + \left| A_{n,m} - V_{n,0}^{final} \right| S_{n,0}^{final} \right) \right) \quad (3)$$

Витрати на реалізацію заходів розраховуються за формулою:

$$C = \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{M} F_C\left(m,n,i\right) \quad (4)$$

де $F_C\left(m,n,i\right)$ – функція витрат, що показує витрати (у грошовому вираженні) на реалізацію m-го заходу з i-ю інтенсивністю для n-го члену колективу.

Максимальний бюджет на підготовку думки колективу до організаційних змін становить $B^{\max}$. У цей бюджет можуть входити витрати на заходи, пов'язані з популяризацією організаційних змін (зокрема, проведенням роз'яснювань), витрати на матеріальне стимулювання, поліпшення умов праці і т.п.

Цільовою функцією моделі рекомендоване використання максимізації середнього підсумкового (після інформаційної взаємодії) рівня підтримки організаційних змін у колективі (з рівнем урахуванням думки членів колективу):

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} S_{n,t^*}^{final} \to \max \quad (5)$$

В модель включаються два види обмежень: (1) стандартні обмеження, включаючи невід'ємність значень змінних та неперевищення бюджету заходів; (2) обмеження цільового характеру, які впливають на управлінські рішення, які обираються з урахуванням цілей управління підтримкою організаційних змін.

Стандартні обмеження: неперевищення бюджету на реалізацію заходів:

$$\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=1}^{M} F_C\left(m,n,i\right) \le B^{\max} \tag{6}$$

Цільові обмеження:

1. Обмеження на максимальну кількість членів колективу, які демонструють підтримку певного рішення нижче деякого заданого рівня (наприклад, підтримка досить низька, щоб класифікувати її як активний організаційний опір):

$$\sum_{n=1}^{N}\begin{Bmatrix}1, S_{n,t^*} \le S^- \\ 0, S_{n,t^*} > S^-\end{Bmatrix} \le Q_{\max}\left(S^-\right) \tag{7}$$

де S^- – нижнє максимальне граничне значення рівня підтримки (наприклад, значення при якому вважається, що співробітник проявляє організаційне опір);

$Q_{\max}\left(S^-\right)$ – задана максимальна кількість членів колективу, які демонструють рівень підтримки не вище мінімального порогового значення.

2. Обмеження на мінімальну кількість членів колективу, які демонструють підтримку певного рішення не нижче деякого заданого рівня (наприклад, підтримка досить висока, щоб класифікувати її як активну підтримку або сприяння впровадженню організаційних змін):

$$\sum_{n=1}^{N}\begin{Bmatrix}1, S_{n,t^*} \ge S^+ \\ 0, S_{n,t^*} < S^+\end{Bmatrix} \le Q_{\min}\left(S^+\right) \tag{8}$$

де S^+ – верхнє мінімальне порогове значення рівня підтримки (наприклад, значення при якому вважається, що співробітник проявляє активну підтримку організаційних змін);

$Q_{\min}\left(S^+\right)$ – задана мінімальна кількість членів колективу, які демонструють рівень підтримки не нижче мінімального порогового значення.

При необхідності можна встановити декілька мінімальних і максимальних граничних значень і кожному з таких значень задати (мінімальну) максимальну кількість членів колективу, які матимуть рівень підтримки,

який буде не нижчим (не вищим) відповідного рівня. Крім того, можна задавати не конкретну кількість співробітників з певним рівнем підтримки, а відповідне процентне співвідношення, наприклад, $\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}\begin{Bmatrix}1, S_{n,t^*} \le 0,2\\ 0, S_{n,t^*} > 0,2\end{Bmatrix} \le 5\%$ означає, що кількість співробітників, які проявляють активний опір, не повинна перевищувати 5% від загальної кількості. Такий підхід дозволяє формувати конкретну структуру підтримки організаційних змін співробітниками, наприклад: активний опір – не більше 5% членів колективу; прихований опір – не більше 20%; нейтральне відношення – без обмежень; підтримка – не менш 30%; активна підтримка – більше 20%.

3. Мінімальний середній рівень підтримки:

$$\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} S_{n,t^*} \ge S_{\min}^{AVG} \tag{9}$$

де $S_{\min}^{AVG}$ – заданий мінімальний середній рівень підтримки. Мета даного обмеження полягає в тому, щоб забезпечити у колективі відповідний мікроклімат, що сприяє реалізації організаційних змін.

Усі зазначені цільові обмеження можуть застосовуватися як разом, так і окремо або в будь-яких поєднаннях. Слід докладніше зупинитися на доцільності обмеження на максимальну кількість членів колективу, які демонструють підтримку певного рішення нижче заданого рівня. Згідно з [4, 5], наявність союзника підвищує рівень організаційного опору: якщо до члена колективу, який проявляє організаційне опір або сумнівається в одностайній думці групи, приєднується хоча б один союзник, то спостерігається тенденція зростання організаційного опору. Це робить актуальним завдання не просто підвищення середнього рівня підтримки організаційних змін у колективі, але й мінімізації кількості людей, які дотримуються непримиренної позиції (навіть при однаковому середньому рівні підтримки).

Якщо буде така необхідність, то до обмежень можна ввести цільові значення деяких параметрів моделі, зокрема:

максимальна дисперсія заходів стимулювання, що застосовуються до окремим співробітникам (недопущення надмірного поліпшення становища одних співробітників у порівнянні з іншими);

показники економічної ефективності (наприклад, порогові значення ефективності витрат на 1% приросту рівня підтримки) та ін.

З метою уникнення зайвого ускладнення моделі і для більш повного врахування особливостей предметної області прийняття рішень у сфері підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу, при розробці моделі були зроблено такі допущення і спрощення:

1. У моделі розглядається одне рішення (одна організаційна зміна) і не розглядається випадок, коли одночасно планується впровадити кілька організаційних змін. Таке спрощення пояснюється наступним: при необхідності можна ускладнити модель відповідним чином, або застосовувати її послідовно для запланованих рішень або організаційних змін.

2. Не враховується можливий вплив планованих рішень або інформаційної взаємодії всередині колективу на схильність членів колективу до чужої думки, авторитет членів колективу в очах один одного, об'єктивну вигідність рішень для окремих членів колективу. Тут передбачається, що ці характеристики залишаються незмінними, що дозволяє уникнути ускладнення моделі і надмірного поглиблення її психологічної складової на шкоду економічній.

3. Відповідно до моделі, реалізація планованих заходів, спрямованих на підвищення рівня підтримки організаційних змін, відбувається миттєво тобто не враховується можливість того, що на реалізацію різних заходів може відводитися різний час, а частина заходів може бути нездійсненною з огляду на те, що на їх реалізацію потрібно більше часу, ніж залишилося до початку запланованих організаційних змін. У число можливих заходів при параметризації моделі включаються лише ті, які можуть бути реалізовані у задані терміни.

Загальний порядок використання моделі представлено на рис. 1.

Рис. 1. Загальний порядок використання моделі прийняття рішень у сфері управління рівнем підтримки організаційних змін у колективі

Однією з додаткових переваг розробленої моделі є її імітаційний характер і, відповідно, можливість використовувати її в рамках застосування сценарного підходу до управління для обґрунтування управлінських рішень [12, 13]. Сценарний підхід дозволяє досліджувати ефективність і порівнювати різні варіанти управлінських рішень, обирати оптимальні рішення, аналізувати і прогнозувати наслідки управлінських рішень. Оскільки модель розроблена таким чином, що вона має властивості імітаційного інструменту, то її використання дозволяє особам, які приймають рішення, аналізувати різні можливі ситуації і сценарії при різних варіантах управлінських рішень і вихідних умовах (зокрема, при різних розмірах фінансових ресурсів, різних рівнях початкової підтримки рішень окремими членами колективу, їх схильності до конформізму і різному авторитеті членів колективу в очах один одного).

Таким чином, завдання мінімізації організаційного опору може (або більш широко – завдання підвищення рівня підтримки організаційних змін членами колективу) бути вирішено шляхом цілеспрямованого досягнення певного початкового рівня підтримки рішення серед найбільш авторитетних членів колективу, які потім у ході взаємодії з іншими членами колективу переносять свою думку на інших членів колективу (або інші члени колективу частково переймають їх думка). Слід особливо підкреслити, що на цьому етапі дослідження не ставиться завдання просування рішення одними членами колективу перед іншими членами колективу – вплив здійснюється в ході звичайної взаємодії та обміну думками всередині колективу.

Серед основних цілей та критеріїв, що виражають завдання мінімізації організаційного опору, можна виділити:

формування в колективі певного заданого середнього рівня підтримки реалізації розглянутого рішення (не нижче визначеного цільового значення показника) з метою створення в колективі загального клімату, сприятливого організаційним змінам;

зведення до мінімуму кількості членів колективу, які проявляють відкриту протидію впровадженню організаційних змін (в термінах моделі – неперевищення граничної кількості членів колективу з рівнем підтримки рішення, що є меншим заданого порогового значення, наприклад, не більше 0 членів колективу з рівнем підтримки менш 0,2). Така постановка завдання на практиці дозволяє мінімізувати крайні випадки організаційного опору в колективі, запобігти формуванню груп співробітників, які спільно реалізують свій організаційний опір.

Таким чином, розроблений підхід дозволяє:

1. Оцінювати витрати, необхідні для отримання цільового підсумкового рівня підтримки членами колективу певного рішення, з урахуванням зміни рівня підтримки у результаті взаємодії членів колективу, що спрямовано на мінімізацію організаційного опору.

2. Визначати підсумковий рівень підтримки членами колективу певного рішення, що досягається при певному рівні витрат (заданому бюджеті).

3. Здійснювати відбір оптимальних заходів, спрямованих на підвищення рівня підтримки членами колективу певного рішення, при заданому бюджеті. При цьому, залежно від конкретної ситуації і цілей, як критерій може розглядатися як досягнення певного середнього рівня підтримки рішення в колективі, так і досягнення певного мінімального порогового рівня (такого, що у всіх членів колективу рівень підтримки рішення буде не нижче заданого критерію), а також поєднання цих двох критеріїв.

4. Запобігати або формувати певні конфігурації підтримки організаційних змін у колективі (сприяти формуванню груп співробітників, що підтримують організаційні зміни або ж запобігати формуванню груп співробітників, які спільно реалізують свій організаційний опір).

Слід зазначити, що незважаючи на очевидну доцільність використання моделі для визначення складу заходів, в залежності від локалізації центру реалізації у системі управління підприємством, заходи можуть відрізнятися за своїми цілями і змістом, вони також можуть піддаватися різним впливам, по-різному сприйматися не тільки групами, на які безпосередньо спрямовані заходи, але і різними іншими групами співробітників підприємства. Особи, які здійснюють заходи щодо мінімізації організаційного опору, повинні проаналізувати своє місце (локалізацію) в системі підприємства і при необхідності змінити її таким чином, щоб створити для себе можливість діяти ефективно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лепа Р.Н., Сташкевич И.И. Моделирование уровня поддержки организационных изменений персоналом. Моделі управління в ринковій економіці: Зб. наук. пр. заг. ред. та передмова Ю. Г. Лисенка; Донецький нац. ун-т. Донецьк: ТОВ «Цифрова типографія», 2014. Спец. вип. – С.238-251.

2. Лепа Р.М., Сташкевич І.І. Моделювання впливу інформаційної взаємодії між членами колективу на підсумковий рівень підтримки прийняття рішень на підприємствах.

Информационная экономика: тапы развития, методы управления, модели. Харьков, ВШЭМ – ХНЭУ им. С. Кузнеца, 2018. С. 44–56.

3. Веснин В.В. Практический менеджмент персонала: Пособие по кадровой работе. М.: Юристъ, 2001. 496 с.

4. Аронсон Э. Общественное животное. Введение в социальную психологию. М.: Прайм-Еврознак, 2007. 416 с.

5. Майерс Д. Социальная психология. С.-Пб.: Питер, 2013. 800 с.

6. Баллод Б., Елизарова Н.Методы и алгоритмы принятия решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2009. 224 с.

7. Каплан А.В., Каплан В.Е., Мащенко М.В., Овечкина Е.В. Решение оптимизационных задач в экономике. М.: Феникс, 2007. 544.

8. Коробов П.Н. Математическое программирование и моделирование экономических процессов. М.: ДНК, 2006. 376 с.

9. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 8 изд. М.: «Вильямс», 2007. 912 с.

10. Карманов В.Г. Математическое программирование. М: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 264 с.

11. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. М.: Дело, 2003. 336 с.

12. Юдицкий С.А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем. М.: Синтег, 2001. 112 с.

13. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Финансы и статистика, 2009. 416 с.

2.2. The algorithm for neuro-fuzzy network construction based on model of corporate bankruptcy risk estimation

In conditions of an unstable economy, characterized by frequent changes in macroeconomic circumstances, management decisions are made under uncertainty, which makes the task of planning economic activity and forecasting its results as one of the most difficult and ambiguous. In addition, the problem of early detection and prevention of the negative effects of financial crises on enterprises and, consequently, the prevention of insolvency and bankruptcy as an extreme stage of their development are exacerbated. Today, in Ukraine, regardless of the scale of business activity, there is an increase in the number of bankrupt enterprises, and every second enterprise receives a negative financial result.

There is a number of classical forecasting methods based on the mathematical statistics apparatus, among which are methods of analysis and modelling of time series, methods of multidimensional regression analysis [5]. The peculiarity of these methods is the need for a clear specification of models, also the additional difficulty of using these methods creates the unsteadiness of the studied economic processes. Different types of intellectual systems have their own peculiarities, which makes them most suitable for solving certain classes of problems and less suitable for others.

But at the same time with technological progress, researchers have started to pay more attention to artificial intelligence, among them the most popular one are neural networks that have proven themselves well for object identification tasks, but at the same time they are very inconvenient to explain how they perform such identification. Systems with fuzzy logic, on the contrary, are practical for explaining their conclusions, but they cannot automatically acquire the knowledge to use them in output mechanisms. This reasoning formed the basis for the creation of fuzzy neural network apparatus, in which conclusions are drawn on the basis of fuzzy logic apparatus, but the corresponding membership functions are adjusted using neural network learning algorithms [7].

Fuzzy logic allows to formalize qualitative information from expert economists for a particular field of application, and to present a set of acquired knowledge in the form of a system of fuzzy rules of inference that allow you to analyze the conclusions obtained in the course of operation of the hybrid intellectual system [11].

Neural networks provide the ability to display algorithms of fuzzy inference in the structure of the neural network, entering in the information field of the neural network data received from expert economists. The knowledge base formed in such way is automatically adjusted in the course of learning the neural network, and may be subjected to further analysis based on the real values of the analyzed economic indicators and the results of the correction [8].

Using fuzzy data, the inputs and outputs, as well as the weights of such networks, are fuzzy numbers. Network training is conducted using the same optimization methods that are used in the training of conventional neural networks. However, the algorithm for modifying weights is more cumbersome and complex [10].

Hybrid neuro-fuzzy systems have found the largest scope among all possible methods for fuzzy sets and neural networks synthesis. This is due to the fact that they allow the fullest use of the strengths of fuzzy systems and neural networks. A characteristic of hybrid systems is that they can always be regarded as systems of fuzzy rules, and the tuning of membership functions in the preconditions and conclusions of rules based on the set of learning is done through neural networks. There are several hybrid systems architectures, each designed to solve its own range of problems. This creates some difficulties in the study and application of these systems [12].

The most common and convenient software package for building neuro-fuzzy models is MatLab. In the Fuzzy Logic Toolbox of MatLab system, hybrid networks are implemented in the form of Adaptive Neuro-Fuzzy System (so-called ANFIS). On the one hand, the ANFIS hybrid network is a single-output neural network with multiple inputs that make up fuzzy linguistic variables. The terms of the input linguistic variables are described by the standard membership

functions for the MatLab system, and the terms of the output variable are represented by linear or constant membership functions.

Here is an algorithm for building a neuro-fuzzy network in this package. To do this, we will use the add-on Fuzzy Logic Toolbox, ANFIS Editor. To use the first on the command line, we call the function "fuzzy", to work in the editor – "anfisedit". This will bring up a dialog box.

Let's download the source data that will be used to build the network. Input parameters are selected factors (indicators), output parameter – selected result variable. We will construct neuro-fuzzy network on the example of data of corporates, with three input factor (X1-X3) which are different financial coefficients, and one output resulting variable (Y) which estimates the threat of bankruptcy of the corporation (its range is from 0 (very low threat of bankruptcy) to 1 (bankruptcy).

It should be noted, that the source data must be loaded in dat format. The graphical interface of the ANFIS editor after loading the training data is shown on Fig. 1.

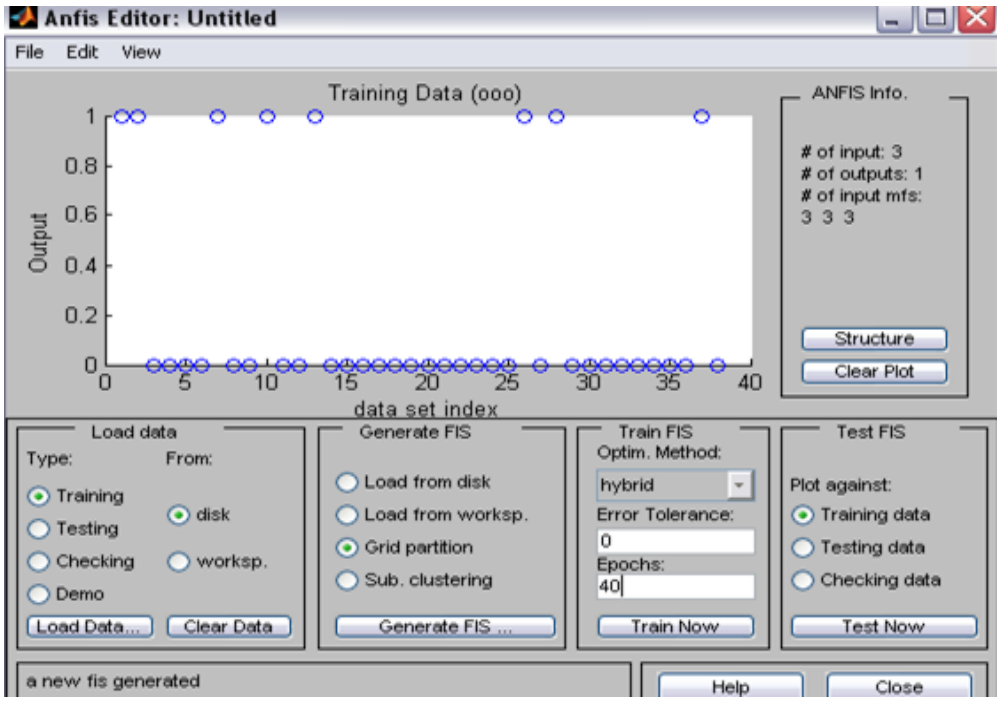


Fig. 1. Uploading data to the package MatLab

After the training data has been prepared and downloaded, it is possible to generate the structure of the Sugeno fuzzy FIS system, which is a model of the hybrid network in Matlab ("Generate FIS"). The first two options shown on the dialog window belong to the pre-created structure of the hybrid network and the last two – to the form of partitioning of the input variables of the model.

Before generating the structure of the Sugeno-type fuzzy output system, after the properties dialog box is called, we define for each of the input variables 3 linguistic terms, and choose the type of their membership function by the method of the least error [6]. In our model of bankruptcy risk estimation the smallest error was given by the triangular functions.

After generating FIS, a dialog box is displayed indicating the number and type of membership functions for the individual terms of the input variables and the output variable (Fig. 2).

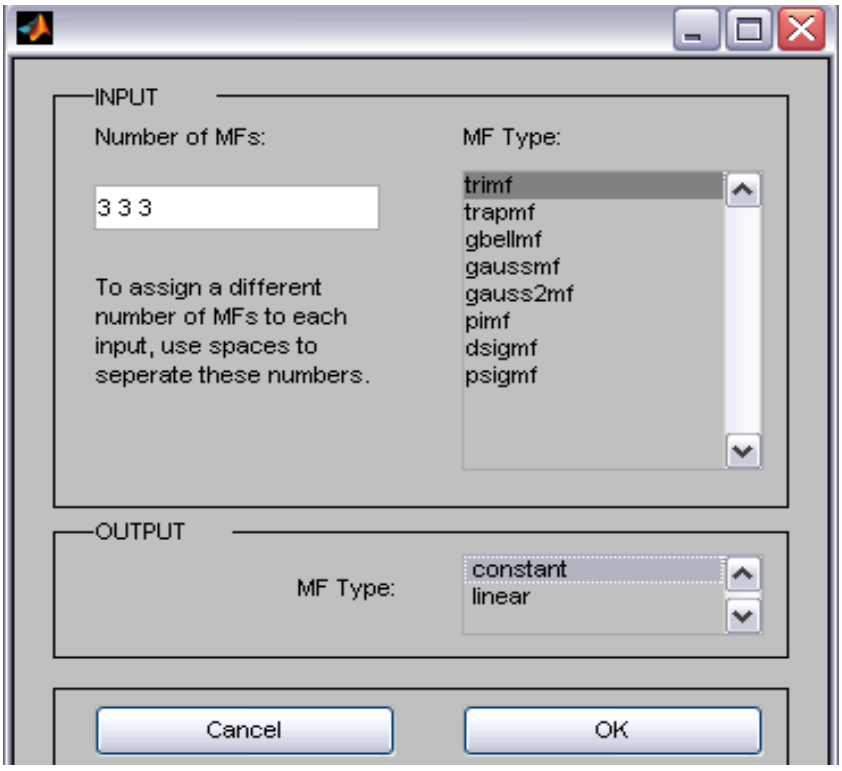


Fig. 2. Specification of the number and type of membership functions

After generating a hybrid network structure, it's possible to visualize its structure (Fig. 3).

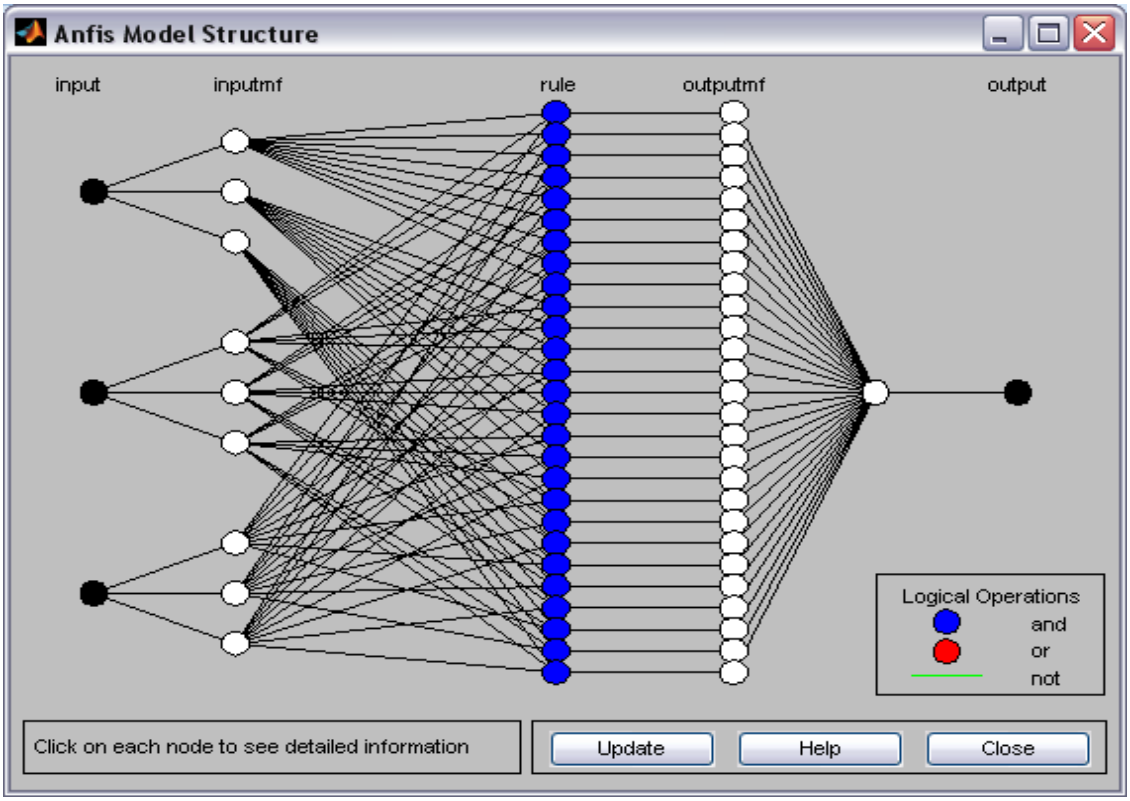


Fig. 3. Structure of the generated fuzzy output system

For the reviewed example (model of bankruptcy risk estimation), the fuzzy output system contains three input variables with three terms each, 27 fuzzy rules, one output variable with 27 terms.

Before starting the learning of a hybrid network, it is needed to specify training options, such as [2]:

1. To choose the method of training hybrid network: backpropo or hybrid, which is a combination of the method of least squares and the method of reducing the reverse gradient.

2. Set the Error Tolerance level to 0 by default (not recommended to change).

3. Set the number of training cycles (Epochs): the default value is 3 (it is recommended to increase it. For the current model its value was set as 40).

The progress of the training process is illustrated in the visualization window in the form of a graph of the error versus the number of training cycles (Fig. 4).

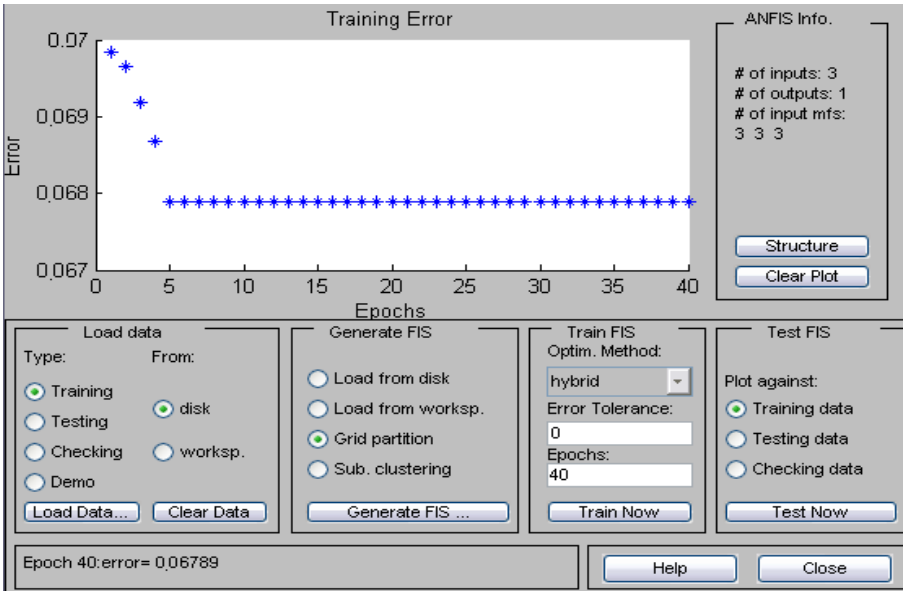


Fig. 4. The dependence of training errors on the number of learning cycles

A total of 40 training cycles were selected. The greater the number, the greater the value of the average error in the model, but also increase the adequacy of the model. As we can see from Fig. 4, the error values depend only on the first four training cycles, after which they all equal about 0.068. So, we can say about the high adequacy of the constructed neuro-fuzzy model.

A very important step is to test the built system. To do this, the package provides the appropriate function. The program will graphically show model errors.

Comparison of theoretical and empirical values is shown on Fig. 5.

As can be seen from Fig. 5, the neural network has adequately constructed the system. The average error in the test results is 6.789%. Therefore, the constructed model can and should be used in further research [3].

Further tuning of the parameters of the built and trained hybrid network can be performed using the standard graphical tools of the Fuzzy Logic Toolbox. For this purpose it is recommended to save the created system of fuzzy output in an external file with extension *.fis. FIS fuzzy output editor after uploading the saved file is shown on Fig. 6.

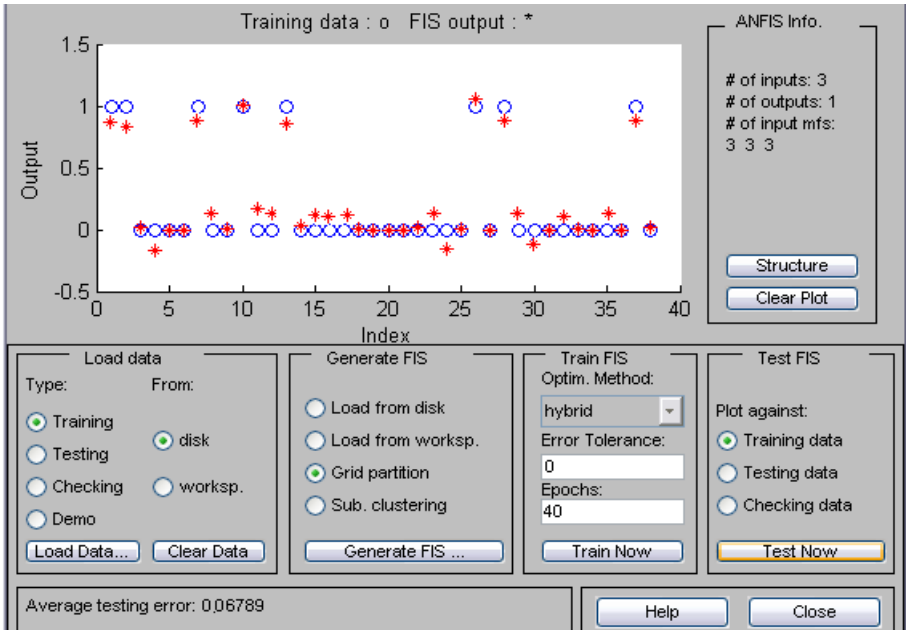


Fig. 5. Fuzzy neural system testing

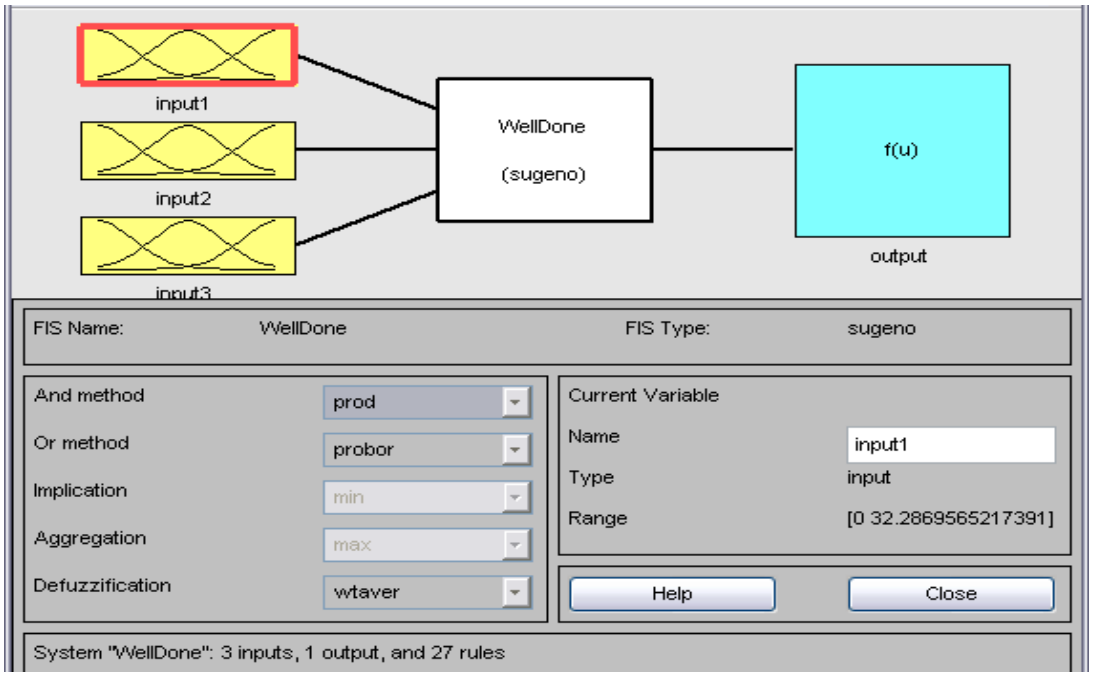


Fig. 6. FIS editor for generated fuzzy output system

The graphical interface of the editor functions of the built fuzzy output system is shown on figure 7.

It should be noted that the model will be constructed with standard parameters of triangular membership functions, because for the case under study they are quite adequate [1, 9]. The fuzzy rules editor is shown on Fig. 8.

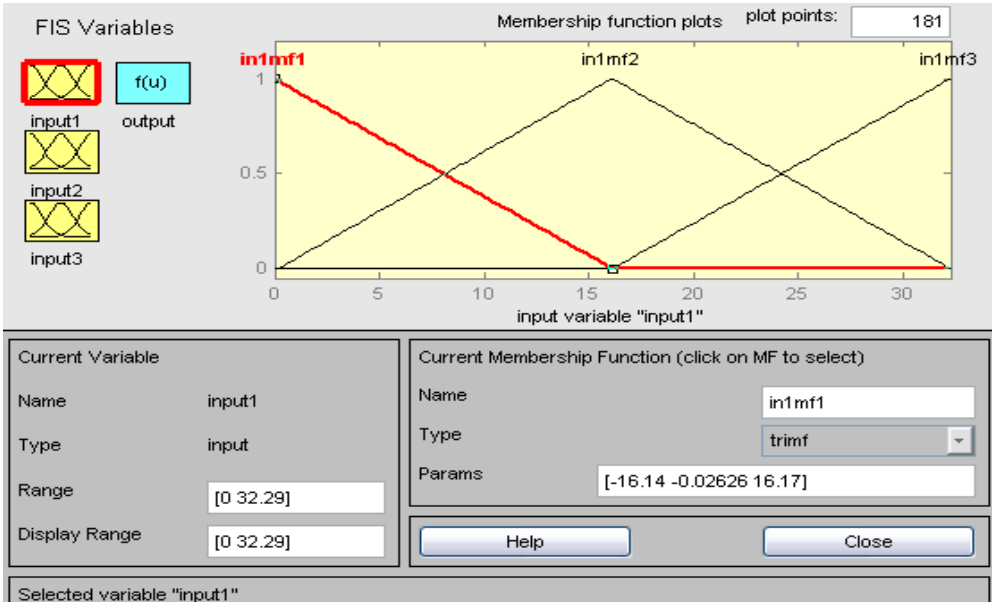


Fig. 7. Editor of membership functions

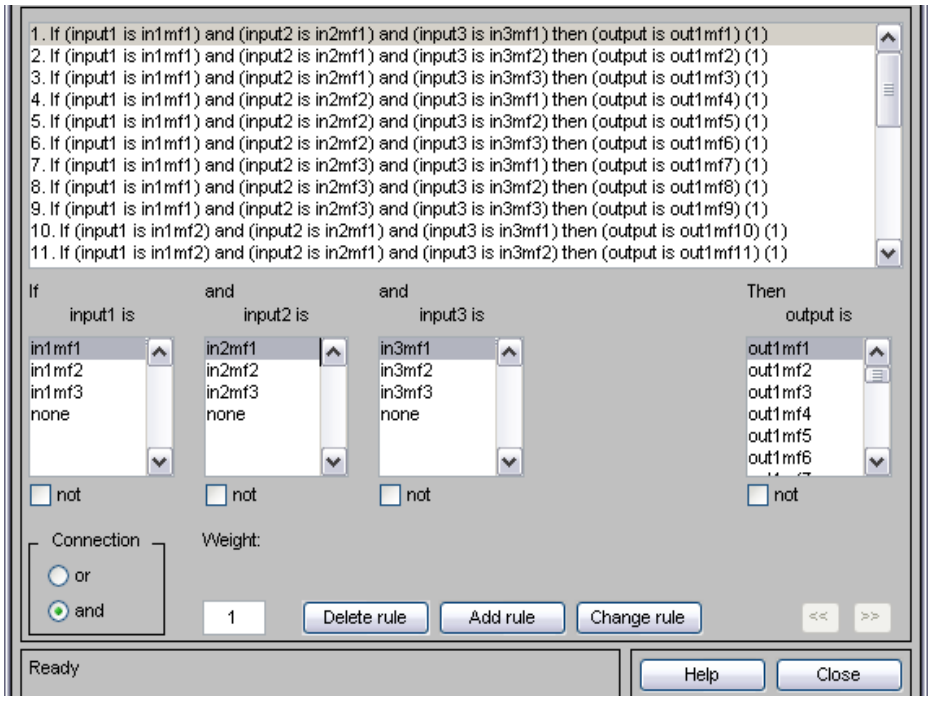


Fig. 8. Fragment of fuzzy rules base

As it's been described above, the peculiarity of using MatLab for modelling with neural fuzzy networks is that the system automatically builds the rules. It is worth noting that all 27 of the existing rules are adequate and there is no need to edit them. So, they were remained in their original form.

The rules of the fuzzy system are shown on Fig. 9.

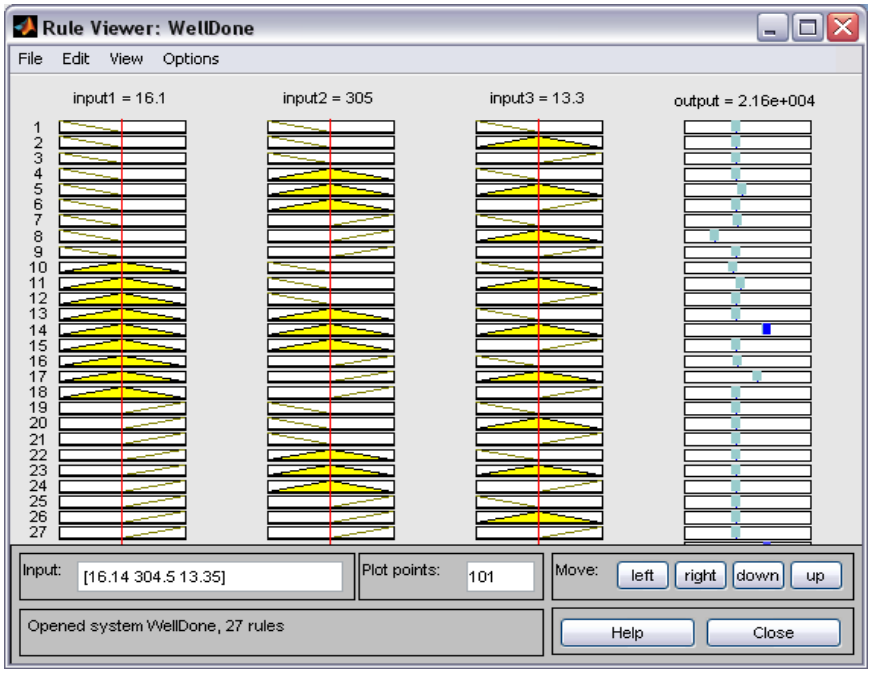


Fig. 9. Rules of built fuzzy system

So, now everything is ready to estimate the financial condition of enterprises. To solve this task, the "evalfis" function can be used. Let the values of the input parameters be equal:

$$X1 = 1{,}052;$$

$$X2 = 1{,}202;$$

$$X3 = 0{,}019.$$

Then the values of these indicators at the time of evaluation (vector x) and the use of forecasting functions are described in MatLab this way:

```
>> fuzzy
>> fis=readfis('WellDone.fis');
>> x=[1.052 1.202 0.019];
>> out=evalfis(x,fis)
```

The command "fuzzy" calls the Fuzzy Logic Toolbox add-on, which allows to set rules and other parameters (Fig. 6-9).

The "readfis" function selected a file from the working folder of MatLab, in which the system of fuzzy output was stored, i.e. the built neuro-fuzzy model.

The vector "x" is a vector of values of financial indicators of the enterprise.

“Evalfis is a function that determines the theoretical value of a resultant variable for a particular enterprise (research object). In our case, it indicates the threat of bankruptcy of enterprises. Thus, it was determined that the value of the resulting variable Y for the corporation under study is -0.541, i.e. the probability of bankruptcy for this enterprise is low in the near future [4].

Thus, fuzzy neural networks extend the scope of conventional neural networks because they allow fuzzy data to be operated. They are an extension of neural networks and apparatus of fuzzy logic. And despite the relatively low prevalence among researchers, this technique is already recognized as a modern, up-to-date, progressive one. One of the differences between neural networks and other methods is that neural network models are built on their own, based only on the information provided, that is, they do not require a pre-known model. In addition, this method takes into account the main disadvantages of other approaches, is adaptable to changing conditions, allows for a more flexible and quick response to the crisis. Therefore, it can be argued that the neural network tools can be effectively applied in many areas and, above all, in the economy.

REFERENCES

1. Chernov V. G., Suvorov M. K. (2006) Fuzzy-multiple methods and models in crisis management problems. Scientific research: information, analysis, forecast: monograph; ed. by O. Kirikov. Voronezh State Pedagogical University, No. 10, pp. 185–217.

2. Chernyakhovskaya L., Shkundina R., Osipova I., Gerasimova I. (2004) Neuro-fuzzy modeling in Matlab. Ufa, USATU, 256 p.

3. Chung, K., Tan, S., Holdworth D. (2008) Insolvency Prediction Model Using Multivariate Discriminant Analysis and Artificial Neural Network for the Finance Industry in New Zealand. International Journal of Business and Management, 3(1), p. 19-29. Retrieved from Business Source Premier database.

4. Gvozdytskyi V.S., Klebanova T.S. (2015) Neural fuzzy modelling of financial crises in corporate systems. Problems of Economics, №11, p. 302-308.

5. Klebanova, T. S., Guryanova, L.S., & Gvozdytskyi, V.S. (2015) Some approaches to modelling the threat estimation of forming financial crises in corporate systems. 5th International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in

Economy and Education (ICAICTSEE-2015, Sofia, Bulgaria, November 13-14th 2015). – University of National and World Economy (UNWE). Available from: http://icaictsee.unwe.bg/ proceedings/default.html/ICAICTSEE-2015.pdf

6. Klebanova T.S., Gvozdytskyi V.S. (2015) Estimation of the propensity of enterprises to bankruptcy on the basis of methods of fuzzy logic and fuzzy neural networks. Business Inform, №10, p. 165-170.

7. Kostina O., Mayboroda A. (2012) Methods and models of diagnostics of crisis state of enterprise. Bulletin of SSU. Economy Series, № 4, pp. 91–97.

8. Matviychuk A.V. (2010) Modelling financial stability of enterprises using the theory of fuzzy logic, neural networks and discriminant analysis. Visnyk of NAS of Ukraine, №9, p.24-46.

9. Ponomarenko V. S., Raevneva E. V., Stepurina S. A. (2009) The mechanism of enterprise reorganization management: the basics of formation and implementation models. Kharkiv, INZHEK, 304 p.

10. Rutkovskaya T., Pilinsky M., Rutkovsky L. (2006) Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems. Moscow, Hot line-Telecom, 452 p.

11. Voronina V.M. (2007). Bankruptcy prediction of industrial enterprises using quantitative and qualitative analysis methods: problems of theory and practice. Economic analysis: theory and practice, № 18 (99), pp. 27–34.

12. Zarei M., Rabiee M., Zanganeh T. (2011) Applying adaptive NeuroFuzzy model for bankruptcy prediction. International Journal of Computer Applications, 20(3), p. 15-21.

2.3. Прогнозна оцінка розвитку зовнішньоекономічної діяльності високотехнологічною продукцією

Україна маючи значний ресурсний та промисловий потенціал недостатньо ефективно використовує свої експортні можливості. Відсутній дієвий механізм диверсифікації ринків, в структурі українського імпорту є значна частка власного експорту. Про недосконалість експортного потенціалу свідчить і структура зовнішньої торгівлі України і, в першу чергу, її експорту.

Більшу частину експорту України становить продукція з низьким ступенем переробки, зокрема чорні метали та вироби з них (понад 42%), мінеральні продукти (понад 10%). У той же час частка продукції більш високого ступеня переробки, насамперед машин та устаткування, незначна. В умовах фінансової кризи доцільно розробити дієву модель прогнозування розвитку торгівлі високотехнологічною продукцією [1, 2]. Підвищення рівня експортного потенціалу України і на його основі збільшення обсягів і раціоналізації структури вивозу та надання послуг можливі лише за умов розвитку і вдосконалення економіки в цілому. Світова практика має певний досвід щодо вирішення вказаних проблем, врахування якого є доцільним і може сприяти підвищенню як економічного, так і експортного потенціалу України.

Після виникнення пандемії, обваленню цін на нафту світ став на порозі глобальної фінансової кризи. Кожна країна повинна розробляти стратегію виходу з кризи та розвитку свого потенціалу. Країни світу зіткнулися із залежністю від експорту Китаю, який був ізольований з грудня 2019 р., зокрема, з експортом фармацевтичної продукції. Зовнішня торгівля відіграє важливу роль в економіці України. Тенденцією протягом 2012-2016 років було скорочення виручки від експорту товарів з одночасним скороченням експорту агропромислової продукції. Незважаючи на загальний негативний тренд, у 2017 році спостерігалося зростання експорту, в тому

числі і на сільськогосподарську продукцію. За 2017 рік загальний експорт продукції склав 43,3 млрд дол. США, що на 19% більше ніж за 2016 рік. А за результатами 2018 року загальний експорт продукції з України становив 47,3 млрд дол. США, що на 9,2% більше порівняно з 2017 роком, у 2019 році становив 50, 1 млн. дол., що на 5,8 % більше ніж у 2018 р (рис.1) [3, 4].

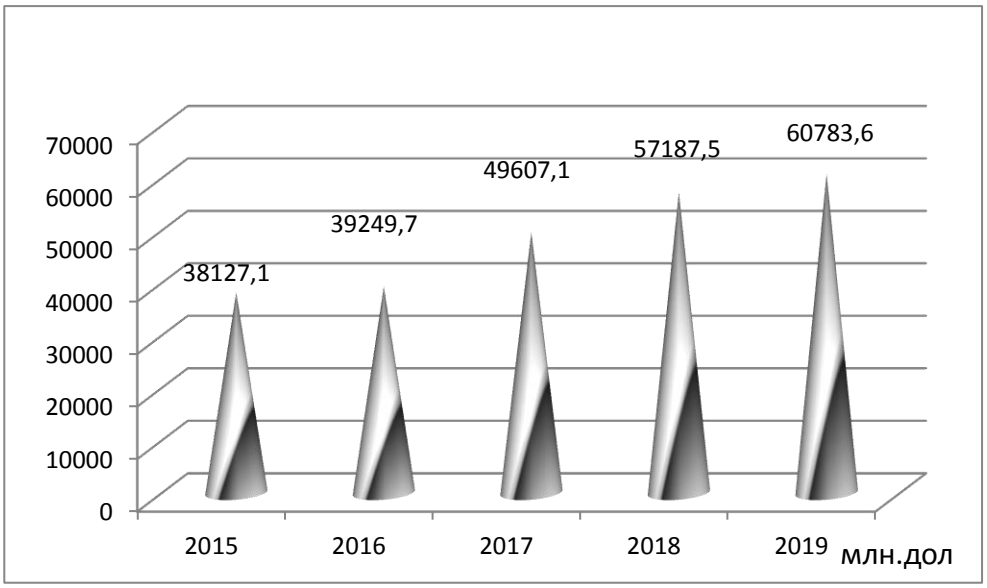


Рис. 1. Загальний експорт по Україні, млн. дол.
(за даними Державної статистики України)

Слід відмітити, необхідність розробки програми щодо підвищення відсотка високотехнологічної продукції в загальному обсязі в Україні (за пронозами попит на цю групу товарів значно зросте). В Україні частка продукції високого рівня наукоємності складає – 1,6 % (див. табл. 1) [5, 6].

Більшу частину експорту України становить продукція з низьким ступенем переробки, а продукції більш високого ступеня переробки, насамперед машин та устаткування, незначна.

Існують певні загрози щодо ефективного розвитку експортного потенціалу України. Так, на підставі роботи групи аналітиків, яку склали члени Української асоціації Римського клубу та Експертної ради з питань зовнішньоекономічної політики були визначені такі загрози щодо експорт та імпорту, які наведено в табл. 2.

Таблиця 1

Структура промислової продукції регіонів України за рівнем наукоємності, %

Рівень наукоємності продукції	Україна	Області					
		Дніпропетровська	Донецька	Запорізька	Полтавська	Харківська	Київська
Високий	1,6	0,1	0,1	0,9	0,2	3,2	2,2
Виробництво комп'ютерів, електронної та обчислюваної техніки	0,6	0,1		0,7	0,1	1,0	0,8
Виробництво основних фармацевтичних продуктів	1,0		0,1	0,2	0,1	2,2	1,4
Середньовисокий	10,1	6,3	6,9	16,9	10,7	15,8	7,5
Виробництво електричного устаткування	1,5	0,6	1,6	4,6	0,5	4,5	2,0
Виробництво машин і устаткування , не віднесених до інших угрупувань	2,3	1,1	3,4	1,6	1,9	6,6	1,8
Виробництво автотранспортних засобів	2,8	1,6	0,4	9,0	6,9	3,3	1,4
Виробництво хімічних речовин та хімічної продукції	3,5	3,0	1,5	1,7	1,4	1,4	2,3

Це, серед іншого, позначиться і на погіршенні транзитної позиції України (конкуренція з боку газопроводів «Північний потік-2» і «Турецький потік», а також невизначеність довгострокових відносин із Газпромом). Потрібно зважати й на те, що, за новими правилами ЄС, транзит газу від одного постачальника не може перевищувати 50% відповідних обсягів, що, по суті, встановлює кількісну межу для нашого транзитного потенціалу. Втім, на транзитну позицію України впливатимуть й інші фактори: невизначеність щодо її активної участі в логістичних мегапроектах гратиме на руку регіональним і глобальним конкурентам. Невирішеність цього питання в майбутньому (як і затягування з диджиталізацією виробництва) також загрожує серйозною небезпекою в середньостроковій перспективі [5 -7].

Таблиця 2

Загрози щодо ефективності зовнішньоекономічної діяльності України

Назва	Зміст
1. Відтік кадрів і ризик рецесії	Найбільшим (і зростаючим) ризиком для зовнішньоекономічної діяльності у 2020-му є скорочення трудових резервів (зокрема, внаслідок зовнішніх факторів).
2. Залежність України від міжнародних кредитів	Низька довіра з боку кредиторів може відіграти ключову роль у знижені можливостей країни щодо залучення потрібних фінансових ресурсів з-за кордону. Нині тривають значні надходження валюти в результаті придбання нерезидентами українських урядових боргових зобов'язань (ОВДП).
3. Дефіцит фінансових коштів	Дефіцит торговельного балансу (зростання якого у 2020-му може продовжитися з темпами на рівні 15–20%), волатильність terms of trade (співвідношення експортних та імпортних цін), а також невизначеність у відносинах із МВФ (загроза того, що за новою програмою «розширеного фінансування» буде отриманий лише перший транш коштів, оскільки інші залежатимуть від реалізації реформ, передбачених меморандумом, що здається досить проблематичним).
4. Відсутність дієвих кроків щодо реалізації державних експортних програм. Зміна уряду на початку світової фінансової кризи та пандемія	Зовнішньоекономічні позиції України значною мірою визначатимуться диджиталізацією промислових технологій, 3D-виробництвом, інтернетом речей, інтеграцією процесів накопичення енергії (Energy Storage Integration), штучним інтелектом тощо. А в цьому напрямі помітних зрушень не спостерігається. Поодинокі українські стартапи реалізуються поза межами країни через брак венчурного фінансування в ній
5.Гібридна війна із РФ	У квітні 2019 року РФ оголосила про розширення санкцій проти України, реагуючи на попереднє запровадження українською стороною санкцій проти російського бізнесу. Із 1 червня 2019-го РФ ввела обмеження на постачання нафти й нафтопродуктів до України (через заборони та обов'язкові дозволи). Україна є залежною від ринків РФ.
6. Вплив кліматичних змін	Прогнозні цінові тренди у 2020 році матимуть різноспрямовану дію покращання для сільськогосподарського сектору, погіршення для металургійного комплексу. У зв'язку із пандемією , яка розпочалась на тлі світової фінансової кризи, спостерігається падіння цін на сировинну продукцію. За оцінками МВФ індекс цін на сільського господарську та сировину продукцію (Commodity Industrial Inputs Price Index) знизиться на 6%.
7. Відсутність державного механізму диверсифікації ринків збуту	Єдиної концепції диверсифікації ринків та скорочення логістичних витрат не розроблено.

Україна є залежною від торгівлі із РФ. Хоча активно йде переорієнтація на ринки ЄС, Азії, Африки. Велика залежність від російського ринку (понад 40% усього експорту) зберігається ще принаймні за трьома десятками видів української продукції, вартість поставок кожної з яких до РФ становить близько 1 млрд. грн. на рік і більше.

В Україні відсутній державний механізм диверсифікації ринків збуту. Слід зазначити, що попередній уряд успішно провалив експортну стратегію, наостанок у 2019 році схвалив нову («Стратегію розвитку експорту продукції сільського господарства, харчової та переробної промисловості України до 2026 року. Існують окремі інструменти-підказки для орієнтації в експортних правилах та потоках окремих торговельних ринків. Але єдиної концепції диверсифікації ринків та скорочення логістичних витрат не розроблено.

У грудні 2019 року у світі почалась пандемія коронавірусу Covid-2019. Пандемія почалась з Китаю та розповсюдилась по світу. Зокрема країнами Європейського Союзу. Найбільше постраждали Італія і Іспанія. Країни закривають кордони та торгівля зупиняється. В світі розпочалися деглобалізаційні процеси і, як наслідок, зупинення торгівлі.

Слід зазначити, що найбільшими торговими партнерами країн Європейського Союзу були Сполучені Штати Америки (674 млрд євро або 17,1% від експорту-імпорту товарів поза ЄС) і Китай (605 млрд євро або 15,4%).

Як відзначає статистичне відомство ЄС, ці країни значно випереджають Швейцарію (265 млрд євро або 6,7%), Росію (254 млрд євро або 6,4%), Туреччину (153 млрд євро або 3,9%) і Японію (135 млрд євро або 3,4%).

Країни Європейського союзу залежать від експорту Китаю. Україна теж є залежною від китайського експорту. Так, наприклад, у Дніпропетровській області найбільші обсяги експортно-імпортних товарних операцій у 2018 році припадають із країн Азії, саме на Китай (експорт – 595 млн. дол. США, імпорт – 821 млн. дол. США).

Слід зазначити, що 9 березня 2020 р. нафта марки Brent впала в ціні з 45,5 до 31,3 долара за барель, 18 березня ціна нафти зменшилась ще на 5 доларів. Фондові ринки відреагували миттєво: впали провідні азіатські, європейські та американські індекси. Експерти попереджають: негативний ефект від того, що відбувається на ринку нафти і нафтопродуктів, може торкнутися і інших ринків. Падіння на ринку нафти потягне за собою падіння цін не тільки на енергоносії, інші нафтопродукти, продукцію хімічної промисловості.

Прогнозується падіння ціни на природні ресурси, це призводить до негативних наслідків на ринках. Так, рубль в Росії впав на 20% – з 61 руб. за долар до 75 руб. Наступним кроком може бути падіння цін на продукцію агропромислового комплексу.

Більшість країн світу перебувають в стані економічної кризи. Експорт та імпорт високотехнологічної продукції зменшується. Наприклад, в країнах ЄС не вистачає ліків для боротьби с пандемією, причиною є те, що частини їх вироблялись у Китаї. Про недосконалість експортного потенціалу свідчить і структура зовнішньої торгівлі України і, в першу чергу, її експорту [8,9].

Слід зазначити, ще у 2016 році МЕРТ визначив можливість України конкурувати з Китаєм щодо експорту в країни ЄС та розширення торгівлі з Китаєм.

На підставі аналізу, який проведено авторами Україна має кілька конкурентних позицій, які дають українській промисловості деякі конкурентні переваги навіть перед Китаєм (табл. 3) [10 - 12]:

перша конкурентна перевага – дешева робоча сила. Низькі заробітки китайців залишилися в минулому. З початку 2000-х зарплати у Китаю зросли більш ніж у 4 рази, а в Україні вартість робочої сили значно зменшилась із 2014 р. Середня місячна заробітна плата у китайських містах вже близько 1 тис. доларів, а в Україні 10 000 грн.;

друга конкурентна перевага – потреба Китаю в сільськогосподарській продукції. Населення Китаю продовжує зростати, за останні 7 років во-

но збільшилося майже на 50 млн. Воно потребує, як мінімум, продуктів харчування. Тут в України відкриваються можливості з її аграрним сектором, що швидко розвивається. Китай зацікавлений в українських продуктах. Українські компанії, що пройшли сертифікацію ЄС, здатні надати продукти необхідної якості;

третя конкурентна перевага – Україна входить до стратегічних планів Китаю. Китай не живе короткостроковими перспективами. У них традиційно присутнє стратегічне мислення в державному плануванні. 10-30 років Відродження Шовкового шляху – це ідея країни, що чітко артикулюється. Україна знаходиться на цій дорозі. Китайське керівництво справедливо вважає, що навіть тільки через це ми можемо становити для них інтерес;

четверта перевага – наявність в Україні ЗВТ з ЄС. Так як Китай вважається найважливішим постачальником товарів в ЄС, тому їх підприємства мають план перенести частку виробництв, наприклад, до України та ти самим диверсифікувати ризики і зниження імпортних мит завдяки ЗВТ з Європою;

п'ята перевага – стійка позиція України щодо співпраці із ЄС. Якщо інші ЗВТ України теж почнуть нормально працювати, то шансів у Китаю на просування своєї продукції в інші точки світу також збільшуються.

В ситуації часткової ізоляції Китаю у лютому 2020 (осередок пандемії) Україна може зайняти нішу Китаю як експортера до країн ЄС. Так, наприклад, у країни Європи виникла проблема щодо відсутності фармацевтичної продукції, тому що складові вироблялися у Китаї. Китай у березні розпочав виробництво, але його експорт не досяг рівня 2019 р.

Україна має можливості для виходу на європейські ринки, у тому числі, шляхом витиснення виробників із інших країн, що не відносяться до ЄС, внаслідок преференцій, які надаються згідно Угоди про асоціацію з ЄС. Крім торговельних преференцій, Україна має вигідне географічне розташування, що дає можливість скоротити логістичні витрати у порівнянні з азіатськими країнами, які наразі є «світовою фабрикою». Внаслідок цього

підвищується інтерес закордонних інвесторів щодо інвестування до української промисловості, незважаючи на бойові дії на сході та провалену боротьбу з корупцією. Виявлення груп товарів, які імпортуються до ЄС з інших країн, та які можуть вироблятися на території України, дає можливість сформувати пропозиції для інвесторів.

Таблиця 3

Конкурентні переваги України щодо торгівлі з Китаєм
та опанування ринків ЄС

Конкурентна перевага	Зміст
Дешева робоча сила	*Низькі заробітки китайців залишилися в минулому.* З початку 2000-х зарплати у Китаю зросли більш ніж у 4 рази, а в Україні вартість робочої сили значно зменшилась із 2014 рр. Середня місячна заробітна плата у китайських містах вже близько 1 тис. доларів. В Україні 10000 грн.
Потреба Китаю в продукції АПК	*Населення Китаю продовжує зростати та потребує.* За останні 7 років воно збільшилося майже на 50 млн, тобто більше, ніж на розмір сучасної України. Воно потребує, як мінімум, продуктів харчування. Тут в України відкриваються можливості з її аграрним сектором, що швидко розвивається. Більш того, китайський споживач зараз вимагає продуктів харчування більш високого рівня, ніж готова надати місцева промисловість
Україна входить в стратегічні пріоритети Китаю	*Китай не живе короткостроковими перспективами.* У них традиційно присутнє стратегічне мислення в державному плануванні. 10-30 років Відродження Шовкового шляху – це ідея країни, що чітко артикулюється. Україна знаходиться на цій дорозі. Китайське керівництво справедливо вважає, що навіть тільки через це ми можемо становити для них інтерес.
Наявність в Україні ЗВТ із ЄС	*Китай – найважливіший постачальник товарів в ЄС.* Підприємства Китаю мають план перенести частку виробництв. Які націлені на ЄС до України та диверсифікувати ризики. І далі експортувати цю продукцію в ЄС. Економія очевидна
Стійка позиція України щодо співпраці із ЄС	*Якщо* інші ЗВТ України *теж почнуть нормально працювати,* то шансів у Китаю на просування своєї продукції в інші точки світу також збільшуються.

Слід визначити пріоритети експорту України до ЄС, для цього необхідно проаналізувати потреби країн і можливості України [3, 4]. При цьому, слід зазначити, що перші позиції за обсягами імпорту до ЄС займають високотехнологічні товари або товари, які є корисними копалинами або продуктами їх переробки:

1. Палива мінеральні; нафта і продукти її перегонки; бітумінозні речовини; воски мінеральні.

2. Електричні машини, обладнання та їх частини; апаратура для запису або відтворення звуку; телевізійна апаратура для запису та відтворення зображення і звуку, їх частини та приладдя.

3. Котли, машини, обладнання і механічні пристрої; їх частини.

4. Засоби наземного транспорту, крім залізничного або трамвайного рухомого складу, їх частини та обладнання.

5. Перли природні або культивовані, дорогоцінне або напівдорогоцінне каміння, дорогоцінні метали, метали, плаковані дорогоцінними металами, та вироби з них; біжутерія; монети.

6. Фармацевтична продукція.

7. Прилади та апарати оптичні, фотографічні, кінематографічні, контрольні, вимірювальні, медичні або хірургічні; їх частини та приладдя.

8. Органічні хімічні сполуки.

З перелічених восьми груп товарів українська промисловість може швидко освоїти лише ті, які відносяться до легкої промисловості та має деякий потенціал щодо товарів машинобудівних груп (за умови дуже значних інвестицій), фармацевтична продукція. До основних товарних категорій українського експорту в ЄС належать: чорні метали (19,5% у експорті до ЄС); електричні машини і устаткування (12,2%); руди, шлаки та зола (9,3%); зернові культури (8,8%); насіння та плоди олійних рослин (5,5%); деревина і вироби з деревини (5,5%); жири та олії тваринного або рослинного походження (5,3%). У імпорті з ЄС до України домінують такі товарні категорії: котли, машини, апарати і механічні пристрої (14,4% у імпорті з ЄС); енергетичні матеріали; нафта та продукти її перегонки (13,2%); назе-

мні транспортні засоби (9,3%); електричні машини і устаткування (7,9%); полімерні матеріали, пластмаси (6,2%).

Для побудови кореляційної моделі прогнозної оцінки залежності обсягів експорту високотехнологічної продукції (Y) від низки регіональних чинників пропонується розрахувати та визначити взаємозв'язок обсягів експорту високотехнологічної продукції з наступними факторами: X1 – обсяг випуску інноваційної продукції в регіоні; X2 – витрати на науку та розробки в регіоні; X3 – кількість науковців в регіоні; X4 – обсяг експорту інноваційної продукції з регіону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Задоя А.О. Зовнішня торгівля України: сучасні масштаби, структура і тенденції / А.О. Задоя // Академічний огляд. – 2016. – № 2(45). – С. 110–117
2. Гужва І. Слабка ланка: як Україні вмонтуватися в глобальні ланцюги доданої вартості. – Режим доступу: t.ua/macrolevel/sabka-lanka-yak-ukrayini-vmontuvatisya-v-globalni-lancyugi-dodanoyi-vartosti.
3. Сайт Державної служби статистики України. (2016), источник http://www.ukrstat.gov.ua/
4. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://wwwgovstat.ua
5. Ляшенко В.І. Регулювання розвитку економічних систем: теорія, режими, інститути / В.І. Ляшенко// – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – 668 с.
6. Осадча Н.В. Формальні та неформальні глобальні інститути регулювання митної справи / Н.В. Осадча, І.Л. Сазонець // Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. – Черкаси, 2012. – Вип. 30, ч. III. – С. 140–149.
7. ChenK., Z. Chen, andJ. Wei. (2009). Legal Protection of Investors, Corporate Governance, and the Cost of EquityCapital. Corporate Finance, 15(3), 273-289.
8. Global economic prospects (January, 2017). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects
9. International Monetary Fund (2018) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.theglobaleconomy.com
10. China. Trade Policy Review, Revision. WT/TPR/G/375, 14/09/2018 / WTO. URL: https:// www.wto.org/english/tratop_e/tpr_e/tp_rep_e.htm#bycountry
11. China. Trade Policy Review, WT/TPR/G/375, 6 June 2018 / WTO. 23 p. URL: https://www. wto.org/english/tratop_e/tpr_e/g375_e.pdf
12. Європейський зелений акт [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dt.ua/finances/yevropeyskiy-zeleniy-akt-341290_.html

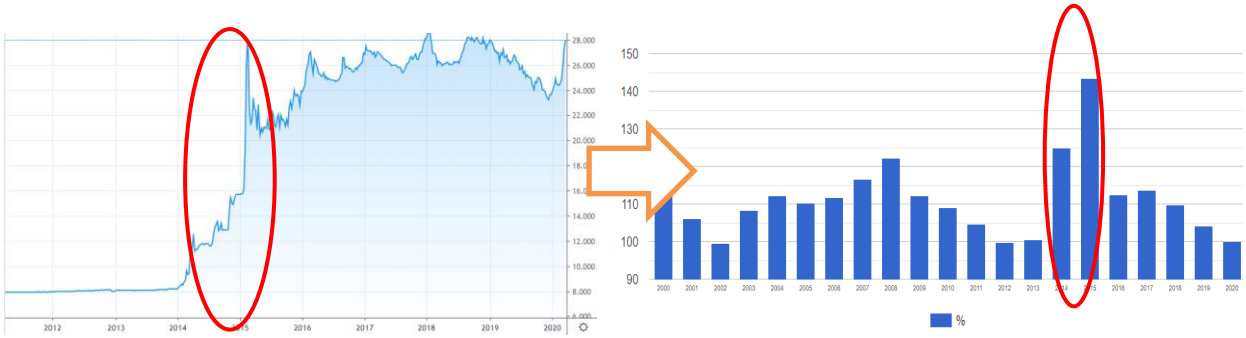
2.4. Применение методов кластерного и фрактального анализа для исследования динамики индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков

Современный этап развития экономики характеризуется перманентно повторяющимися финансовыми кризисами, что приводит к повышенному вниманию к проблеме трансформации систем обеспечения финансовой безопасности. Базовым механизмом таких систем, во многом определяющим качество управленческих решений, является механизм предиктивной аналитики. Последний направлен на формирование качественных прогнозов влияния рисков, угроз, «шоков» на динамику финансовых индикаторов для различных горизонтов упреждения, позволяющих оценить последствия их воздействия и провести оптимизацию параметров управления финансовой безопасностью, которая дает возможность «удержать» целевые индикаторы финансовой безопасности в заданном диапазоне в средне- и долгосрочной перспективе.

Необходимо сказать, что в условиях усиления социально-экономической интеграции, глобализации, накопления дисбалансов и резонансного взаимодействия кризисных процессов, роста системного риска, при проектировании механизма предиктивной аналитики все большее внимание уделяется анализу влияния «шоков». Под последними понимается чрезвычайные раздражители (факторы), создающие условия для резкого изменения условий функционирования финансовых систем, что приводит к их дестабилизации. Иными словами, «шоки» провоцируют ситуации отказа компенсационных механизмов и, как следствие, ситуации потери финансовой системой жизнеспособности, финансовые кризисы и катастрофы.

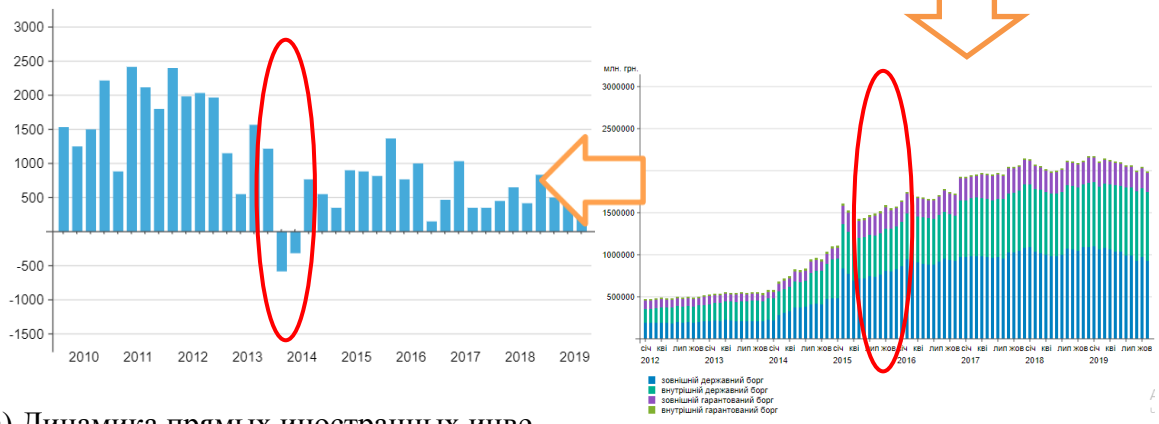
«Шоки» оказывают существенное влияние на динамику макроэкономических индикаторов как развитых стран, так и стран с развивающейся экономикой. В качестве примера негативного влияния «шоков» на дина-

мику индикаторов безопасности стран с развивающейся экономикой можно привести данные Украины (рис. 1).



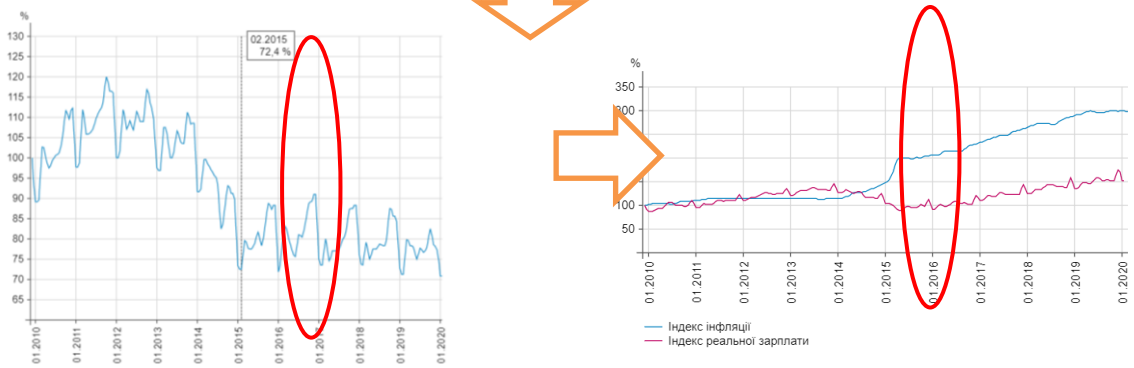
а) Изменение курса валютной пары USD/UAH, 2011-2020 гг.

б) Изменения индекса инфляции в Украине (%), 2000-2020 гг.



в) Динамика прямых иностранных инвестиций (млн. USD), 2010-2019 гг.

г) Динамика внутреннего государственного долга (млн. грн.), 2012-2019 гг.



д) Динамика индекса промышленного производства (%), 2010-2020 гг.

е) Индекс инфляции и индекс реальной заработной платы (%), 2010-2020 гг.

Рис. 1. Влияние валютного «шока» 2014-2015 гг. на динамику макроэкономических индикаторов.

Источник: [1]

Данные, приведенные на рис. 1, показывают влияние валютного «шока» 2014-2015 гг., связанного с девальвацией гривны более чем в три раза, на динамику макроэкономических индикаторов. Высокая курсовая эластичность привела к снижению уровня денежно-кредитной безопасности и стала одной из причин резкого роста базового индекса инфляции с 100,1% в 2013 г. до 122, 8% и 134,7% в 2014-2015 гг. соответственно. Макроэкономическая нестабильность усилила угрозы в сфере инвестиционной и долговой безопасности. Так, отток прямых иностранных инвестиций только в 2014 г. составил более 4 млрд. USD. Кризисные процессы в финансовой сфере послужили толчком к развитию кризиса в реальном секторе экономики. В частности, индекс промышленного производства упал до 82,8% в 2014 г. и в настоящее время фаза спада еще не завершена: значение этого показателя на конец 2020 г. составило 91,6%. Ухудшение состояния корпоративного сектора экономики привело к усилению социальной напряженности. В частности, индекс реальной заработной платы в 2015 г. составил 104,3% при индексе инфляции 147,3%. С течением времени ситуация ухудшается: на начало 2020 г. накопительный индекс инфляции составил около 300% при индексе реальной заработной платы, равном 153,1%.

В качестве примера влияния «шоков» на динамику индикаторов безопасности стран с развитой экономикой можно привести ипотечный кризис 2008 г. в США, который послужил пусковым механизмом для кризиса ликвидности в банковской системе и формирования глобального экономического кризиса. Его проявления состоят в отрицательной динамике ВВП, резком снижении объема мировой торговли, доходов и ухудшении качества жизни большей части населения, резком росте уровня безработицы. В частности, только в США уровень безработицы в 2009-2010 гг. вырос в 2,5 раза в сравнении с 2008 г. (рис. 2).

Важно подчеркнуть, что «шоки» имеют многообразную природу и могут классифицироваться по различным критериям. Например, выделяют технологические «шоки», политические и информационные «шоки», «шо-

ки» спроса и предложения; непрогнозируемые и слабо прогнозируемые «шоки»; локальные и глобальные «шоки»; внешние и внутренние «шоки»; кратко-, средне- и долгосрочные «шоки»; индивидуальные и многомерные «шоки»; статические и динамические «шоки» и т.д. [3-4]. Тем не менее, как показывают исследования [5-7], доминантными в условиях роста уровня долговой нагрузки стран с развитой экономики, в частности стран ЕС, несбалансированности фискальной системы, сокращения стабилизационных резервов и т.д., остаются «шоки» финансовой безопасности, что обусловило выбор основного акцента этого исследования.

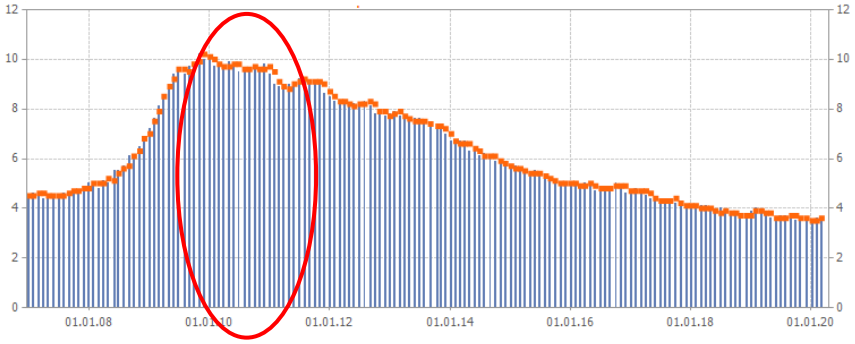


Рис. 2. Уровень безработицы в США (%), 2007-2019 гг.

Источник: [2]

Следует сказать, что система финансовой безопасности макроуровня является сложной динамической системой, включающей такие подсистемы, как финансовая безопасность фондового рынка, инфляционная безопасность, валютная безопасность, бюджетная безопасность, долговая безопасность, инвестиционная безопасность, безопасность банковской системы, безопасность рынка страховых услуг [8]. Как показано в [9], в качестве одной из наиболее «уязвимых» подсистем финансовой безопасности на сегодняшний момент является финансовая безопасность фондового рынка, который становится одним из первоочередных по значимости каналов передачи внешних стрессов/заражений. Приоритетность мониторинга этого канала приводит к необходимости разработки моделей анализа динамики индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков.

Теоретические аспекты анализа динамики индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков исследовались в работах таких авторов,

как Р. Ахметов, Д. Лаповский, И. Благун, Л. Петров и др. [10-13]. Прикладные аспекты моделирования устойчивости финансовых рынков достаточно широко отражены в научной экономической литературе и, в частности, в работах М. Прудского, И. Некрасовой [14-15]. Отмечая безусловную эффективность предлагаемых авторами подходов, необходимо заметить, что в работах слабо затронуты вопросы исследования пространственных аспектов устойчивости фондовых рынков, определения наиболее «уязвимого» для «шоков» фондовой безопасности пространственного канала.

В работе предлагаются модели анализа динамики индикаторов финансовой безопасности фондового рынка, которые на основе методов фрактального и кластерного анализа, позволяют повысить обоснованность оценки возможности инфицирования кризисом со стороны стран-партнеров или стран, входящих в сходный по показателям социально-экономического развития кластер. В исследовании сформулированы и проверялись следующие гипотезы:

Гипотеза 1. Индикаторы финансовой безопасности фондовых рынков макрорегионов характеризуются существенным уровнем дифференциации по степени уязвимости к воздействию «шоков». Мониторинг уровня такой дифференциации и ее структурной динамики способствует повышению обоснованности оценки вероятности инфицирования кризисом со стороны стран-партнеров.

Гипотеза 2. «Шоки» обладают не только разной силой влияния в пространственном аспекте, но и асинхронны во времени, что дает возможность сформировать превентивную стратегию смягчения их воздействия.

В соответствие с выдвинутыми в работе гипотезами исследование проводилось по следующим основным этапам:

Этап 1. Формирование системы индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков.

Этап 2. Фрактальный анализ временных рядов индикаторов финансовой безопасности.

Этап 3. Группировка фондовых рынков по уровню устойчивости в различные периоды волатильности.

Ниже рассматриваются результаты реализации каждого из этапов.

На первом этапе была сформирована система индикаторов динамики финансовой безопасности фондовых рынков. В качестве исходных данных использовалась статистическая информация о значениях фондовых индексов стран G-20 за период с января 2014 по июнь 2019 года (до периода волатильности фондовых рынков, связанного с «шоком» COVID-19) [16].

На втором этапе проведен фрактальный анализ временных рядов фондовых индексов. Результаты расчета показателя Херста для фондовых индексов макросистем приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения показателя Херста

Страна	Индекс	Показатель Херста					
		01.2015	01.2016	01.2017	01.2018	01.2019	01.06.2019
Australia	ASX	0,684	0,873	0,856	0,880	0,884	0,881
Argentina	S&P Merval	0,839	0,845	0,849	0,871	0,883	0,847
Brazil	Bovespa	0,829	0,831	0,812	0,864	0,878	0,880
Great Britain	FTSE 100	0,778	0,807	0,856	0,851	0,871	0,872
EU	Euro Stoxx 50	0,772	0,845	0,848	0,825	0,825	0,815
India	BSE Sensex 30	0,851	0,845	0,812	0,832	0,874	0,881
Indonesia	JKSE	0,826	0,857	0,816	0,850	0,872	0,879
Italy	FTSE MIB	0,822	0,843	0,857	0,855	0,844	0,839
Canada	S&P/TSX Composite	0,821	0,846	0,845	0,839	0,853	0,878
China	SSE Composite	0,975	0,899	0,875	0,876	0,858	0,849
Mexico	S&P/BMV IPC	0,840	0,819	0,814	0,864	0,873	0,875
Germany	DAX	0,744	0,857	0,826	0,849	0,874	0,874
South Africa	FTSE/JSE	0,828	0,806	0,801	0,797	0,857	0,860
South Korea	KOSPI	0,830	0,788	0,754	0,851	0,879	0,875
Russia	MOEX	0,751	0,849	0,877	0,886	0,886	0,884
Saudi Arabia	Tadawul	0,824	0,797	0,881	0,884	0,876	0,877
USA	Dow Jones IA	0,812	0,842	0,804	0,866	0,876	0,890
Turkey	BIST 100	0,837	0,829	0,807	0,848	0,875	0,879
France	CAC 40	0,792	0,859	0,849	0,835	0,870	0,873
Japan	Nikkei 225	0,813	0,868	0,851	0,823	0,862	0,867

Источник: Разработано авторами

Как видно из табл. 1, результаты моделирования позволяют сделать вывод о достаточно высоком уровне устойчивости фондовых рынков анализируемых стран. Поскольку фрактальная размерность связана с количеством факторов, влияющих на динамику системы, то по результатам анализа можно сделать вывод, что существует «ядро» – устойчивая группа фундаментальных факторов, «двигающих» систему в одном направлении, и влияние «шоков» для исследуемого периода времени не является существенным.

На третьем этапе с помощью методов кластерного анализа были разработаны модели группировки стран по уровню устойчивости финансовых рынков. Дендрограмма классификации, полученная с помощью одного из иерархических агломеративных методов кластерного анализа – метода Уорда, приведена на рис. 3.

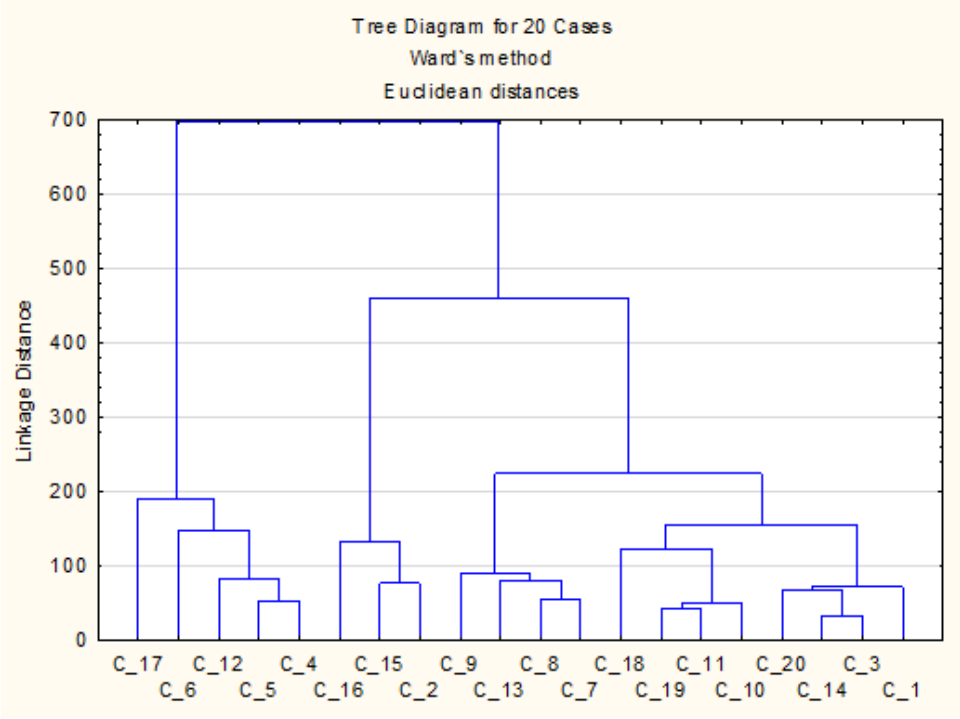


Рис. 3. Дендрограмма классификации

Источник: Разработано авторами

Состав кластеров, найденный с помощью метода «k-средних», представлен в табл. 2.

Таблица 2

Результаты группировки макрорегионов по данным 2015-2019 гг.

Абсолютная устойчивость	Нормальная устойчивость	Удовлетворительный уровень устойчивости
Brazil, Great Britain, India, Indonesia, Canada, Mexico, Germany, South Korea, Russia, USA, Turkey, France, Japan	Australia, Argentina, Saudi Arabia	China, EU, Italy, South Africa

Источник: Разработано авторами

Таким образом, фондовые рынки основных торговых партнеров Украины, таких как страны Евросоюза и Китай, характеризуются низким уровнем устойчивости. В то же время достаточно высокий уровень устойчивости характерен для фондовых рынков таких развивающихся стран, как Россия, Бразилия, Индия, входящих в группу BRICS, и таких развитых стран, как США, Великобритания, Канада, Германия, Франция, Япония.

Для оценки влияния «шока» COVID-19 была разработана аналогичная группировка на данных 2015-2020 гг., охватывающих начало пандемии (табл. 3).

Таблица 3

Расчетные значения показателя Херста за 2015-2020 гг.

Страна	Индекс	Показатель Херста						
		01.2015	01.2016	01.2017	01.2018	01.2019	01.06.2019	01.2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Australia	ASX	0,684	0,873	0,856	0,880	0,884	0,881	0,877
Argentina	S&P Merval	0,839	0,845	0,849	0,871	0,883	0,847	0,889
Brazil	Bovespa	0,829	0,831	0,812	0,864	0,878	0,880	0,884
Great Britain	FTSE 100	0,778	0,807	0,856	0,851	0,871	0,872	0,876
EU	Euro Stoxx 50	0,772	0,845	0,848	0,825	0,825	0,815	0,818
India	BSE Sensex 30	0,851	0,845	0,812	0,832	0,874	0,881	0,887
Indonesia	JKSE	0,826	0,857	0,816	0,850	0,872	0,879	0,886
Italy	FTSE MIB	0,822	0,843	0,857	0,855	0,844	0,839	0,836
Canada	S&P/TSX Composite	0,821	0,846	0,845	0,839	0,853	0,878	0,865

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
China	SSE Composite	0,975	0,899	0,875	0,876	0,858	0,849	0,847
Mexico	S&P/BMV IPC	0,840	0,819	0,814	0,864	0,873	0,875	0,877
Germany	DAX	0,744	0,857	0,826	0,849	0,874	0,874	0,878
South Africa	FTSE/JSE	0,828	0,806	0,801	0,797	0,857	0,860	0,856
South Korea	KOSPI	0,830	0,788	0,754	0,851	0,879	0,875	0,872
Russia	MOEX	0,751	0,849	0,877	0,886	0,886	0,884	0,876
Saudi Arabia	Tadawul	0,824	0,797	0,881	0,884	0,876	0,877	0,875
USA	Dow Jones IA	0,812	0,842	0,804	0,866	0,876	0,890	0,893
Turkey	BIST 100	0,837	0,829	0,807	0,848	0,875	0,879	0,883
France	CAC 40	0,792	0,859	0,849	0,835	0,870	0,873	0,879
Japan	Nikkei 225	0,813	0,868	0,851	0,823	0,862	0,867	0,874

Источник: Разработано авторами

Результаты классификации на основе метода Уорда приведены на рис. 4.

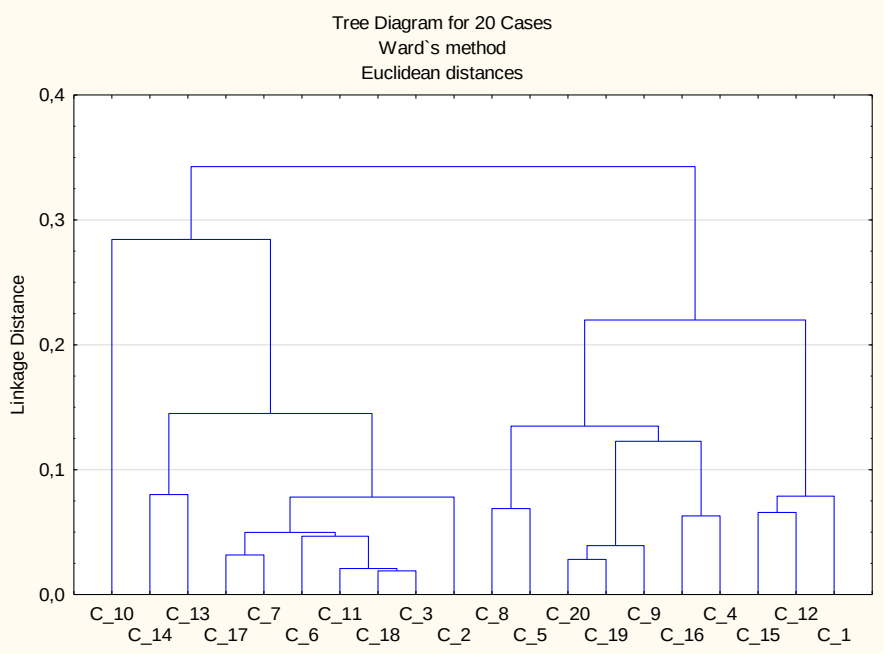


Рис. 4. Дендрограмма классификации

Источник: Разработано авторами

Как видно из рис. 4, результаты группировки изменяются: на дендрограмме выделяется одноэлементный кластер, который соответствует экономике Китая. График средних значений индикаторов в кластерах, полученный с помощью итеративного метода кластерного анализа – метода «k-средних», приведен на рис. 5.

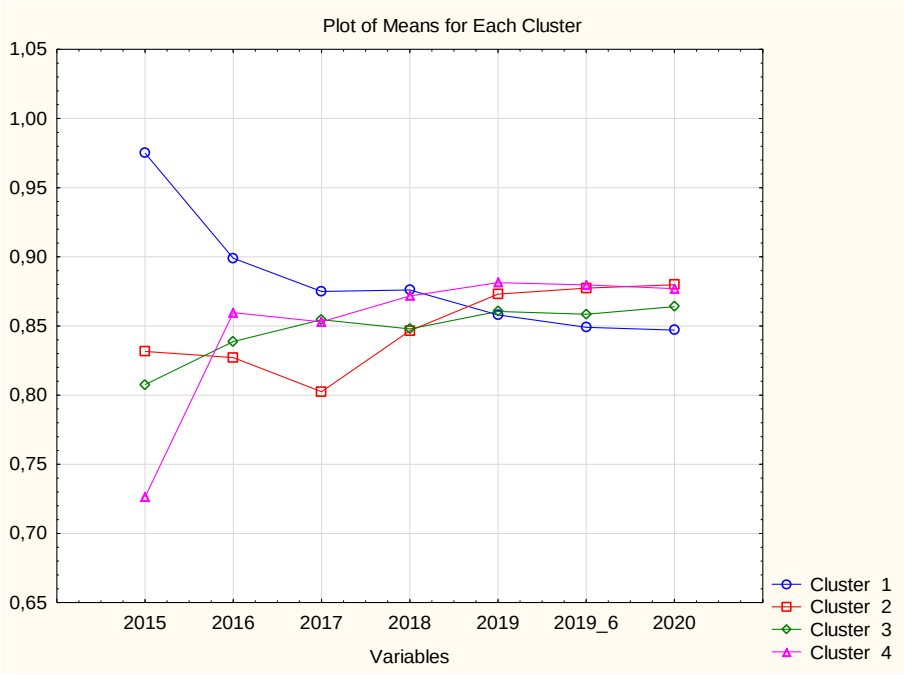


Рис.5. График средних величин

Источник: Разработано авторами

Как видно из рис. 5, значение показателя Херста для временного ряда индикатора финансовой безопасности фондового рынка Китая имеет устойчивую тенденцию к снижению, что говорит о появлении новых факторов влияния и их разнонаправленном характере. Фондовый рынок становится слабо прогнозируемым, однако экономический эффект «шока» для анализируемого периода не является ярко выраженным, ожидания инвесторов о возможности восстановления уровня деловой активности и сохранения тенденций роста совокупного спроса достаточно высоки. Следует также отметить, что снижение устойчивости финансового рынка объясняется не только краткосрочным «шоком», но и влиянием долгосрочных факторов.

Состав кластеров приведен в табл. 4.

Таблица 4

Результаты группировки макрорегионов по данным 2015-2020 гг.

Средняя перманентная уязвимость по отношению к краткосрочным «шокам» (cluster 3)	Высокая временная уязвимость по отношению к краткосрочным «шокам» (cluster 4)	Высокая перманентная уязвимость к долгосрочным «шокам» (cluster 2)	Высокая перманентная уязвимость к краткосрочным и долгосрочным «шокам» (cluster 1)
Argentina, Great Britain, EU, Italy, Canada, Saudi Arabia, France, Japan	Australia, Germany, Russia	Brazil, India, , Indonesia, Mexico, South Africa, South Korea, USA, Turkey	China

Источник: Разработано авторами

Как видно из рис. 5 и табл. 4, наиболее подверженными влиянию «шоков» в долгосрочной перспективе являются фондовые рынки США и части стран BRICS. В краткосрочном аспекте «шоки» оказывают влияние, прежде всего, на безопасность фондового рынка Германии и России. Практически тот же уровень волатильности сохраняют индикаторы финансовой безопасности фондовых рынков стран Евросоюза в целом.

В заключение следует отметить, что волатильность индикаторов безопасности фондовых рынков традиционно исследуется в контексте минимизации риска инвестора и выбора оптимальной стратегии, основанной на макрорегиональной диверсификации инвестиций, как международных компаний, так и индивидуальных инвесторов. Однако прогнозирование фрактальной размерности с целью определения точки вхождения в кризис и скорости распространения кризисных процессов является достаточно перспективным и для систем управления финансовой безопасностью. Направлением дальнейшего исследования является определение типов «шоков», оказывающих дестабилизирующее влияние на макроэкономическую стабильность стран разных групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы сайта Минфин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://index.minfin.com.ua/economy/index/inflation/

2. Материалы сайта MFD.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mfd.ru/calendar/details/?id=53
3. Николайчук С. Определение факторов динамики текущего счета в Украине / С. Николайчук, Н. Шаповаленко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eerc.kiev.ua/default/download/creater/working_papers/file/cf84516cc3107933889bfd 1fdb6c14a42e454bbc.pdf
4. Fornari, Fabio & Livio, Stracca (2012). What does a financial shock do? First international evidence. Economic Policy. Vol. 27, Issue 71, pp. 407–445. https://doi.org/10.1111/j.1468-0327.2012.00283.x
5. Серия докладов об экономических исследованиях. Идентификация факторов спроса и предложения кредитов в России. №3 / Март 2015 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/16738/wps_3.pdf
6. Urban, Jermann & Vincenzo Quadrini (2012). Macroeconomic Effects of Financial Shocks. American Economic Review, 102(1):238-71 http://users.cla.umn.edu/~erm/data/sr545/Extension/jq/data/manuscript.pdf
7. Jaccard, I. (2018). Asset pricing and the propagation of financial shocks. ECB, Working Paper Series. No 2150/May 2018. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2150.en.pdf
8. Гурьянова Л.С. Концептуальные подходы к моделированию финансовой безопасности государства / Л.С. Гурьянова, В.В. Непомнящий // Проблемы экономики. – 2012. – № 4. – С. 232-236
9. Guryanova L.S. Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics / L.S. Guryanova, T.S. Klebanova, S.V. Milevskyi, V.V. Nepomnyaschiy, O.A. Rudachenko // Financial and credit activity: problems of theory and practice. – 2017. – 1(22) . – pp. 254-265
10. Ахметов Р.Р. О сущности и основных факторах устойчивости финансового рынка региона / Р.Р. Ахметов // Финансы и кредит. - 2009. - № 19 (355). – С. 5-9.
11. Лаповський Д. М. Фондовий ринок як фактор зростання економіки / Д. М. Лаповський // Вісн. Приазов. держ. тех. ун-ту. Серія: Економічні науки. – 2015. – Вип. 29. – С. 318 – 324.
12. Благун І.С. Моделювання процесів розвитку фондового ринку: монографія / І.С. Благун, І.В. Буртняк; Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника. – Івано-Франківськ: Віктор Дяків, 2011. – 155 с.
13. Петров Л.Ф. Методы нелинейной динамики как инструменты управления экономической эффективностью / Л.Ф. Петров // Эффективное антикризисное управление. – № 2. – 2011. – С. 58-67.
14. Прудский М.В. Фрактальный анализ финансовых рынков / М.В. Прудский // Информационные системы и математические методы в экономике. – 2012. – № 5; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ismme.esrae.ru/pdf/2012/5/331.pdf
15. Некрасова И. В. Показатель Херста как мера фрактальной структуры и долгосрочной памяти финансовых рынков / И.В. Некрасова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №7(38) ч. 3. – С. 87 – 91.
16. Free Stock Charts, Stock Quotes and Trade Ideas – TradingView [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tradingview.com/

2.5. Моделі формування інтегральних показників соціальної напруженості регіонів України

Щодня в засобах масової інформації (преса (газети, журнали, книги), радіо, телебачення, інтернет, кінематограф, звукозаписи та відеозаписи, відеотекст, телетекст, рекламні щити та панелі, домашні відеоцентри, що поєднують телевізійні, телефонні, комп'ютерні та інші лінії зв'язку) ми спостерігаємо за кризовими ситуаціями, пов'язаними із соціальною напруженістю (СН) країни через незадоволення людей процесами, що відбуваються у суспільстві. Проявами незадоволеності є протестні дії людей, зокрема, спрямовані на захист своїх прав та свобод. Такого роду дії несуть в собі потенціал дестабілізації ситуації в суспільстві та можуть розглядатися як певна загроза владі та існуючому порядку.

Такі кризові ситуації виникають не лише в Україні, а й в різних країнах світу, що негативно відображається на світовій економіці в вигляді стрімкого падіння валового внутрішнього продукту (ВВП) та валового регіонального продукту (ВРП), що в майбутньому може призвести до значних інфляційних процесів, зниження експорту та імпорту, зростання рівня безробіття та погіршення якості життя населення. Як повідомляє Світовий Банк [11]: «Темп зростання світової економіки продовжив сповільняться в цьому році. Слабкий темп інвестицій в країни з ринком, що формується і країни, що розвиваються, (EMDEs) підриває перспективи потенціального зростання».

На сьогоднішній день можна перерахувати сотні, а то й тисячі масових протестів, викликаних невдоволенням різних верств населення в усьому світі. Всі протести, страйки, мітинги та будь-які кризові ситуації, викликані соціальною напруженістю населення, спричиняють диспропорцію в економічному і соціальному розвитку країни. Зростання незадоволеності веде до підвищення рівня – СН. При цьому вона переходить з однієї стадії в іншу, змінюючи форми прояву від конструктивних (різного роду соціа-

льних активностей) до деструктивних (протестних дій, що ведуть до безладу і нестабільності).

Сам термін «соціальна напруженість» в працях зарубіжних та вітчизняних науковців трактується по-різному. Велика частина зарубіжних вчених бачать вирішення проблеми соціальної напруженості в зміні соціально-психологічних позицій соціуму [7, 12, 14]. Для європейських країн з високим рівнем соціально-економічного розвитку такий підхід є коректним, а для країн з більш низьким рівнем розвитку, яким досить складно усунути негативні наслідки зростання напруженості, перш за все, необхідна оцінка взаємозв'язку соціальних і економічних факторів.

Автори роботи дотримуються точки зору, що соціальна напруженість для більшості країн з економікою, що розвивається, виникає як на рівні суспільства, так і на рівні соціальних груп, що викликані у зв’язку з протистоянням між потребою в стабільності і реформуванням. Стабільність вимагає прийняття правил і ідеалів соціумом, а реформування адаптацію до нових умов. В такому випадку напруженість пов'язана з колективним бажанням в зростанні добробуту. Розвиток можна розуміти як руйнування старого і створення нового.

Варто зазначити, що не існує також як єдиної методики вимірювання рівня СН країни, так і єдиного переліку показників, що входять до моделі визначення рівня соціальної напруженості. Більшість методів та моделей, використовуваних в західній практиці, за задумом авторів, націлені на вимір соціального благополуччя, якості життя та соціального самопочуття. До них можна віднести:

- опитувальні методи;
- методи, засновані на аналізі статистичних даних.

Так, в табл. 1 наведений аналіз основних методів та моделей оцінки рівня соціальної напруженості науковцями різних країн світу.

Таблиця 1

Основні методи та моделі оцінки соціальної напруженості

ПІБ науковця	Основні методи вимірювання СН та показники
Д. Шмонін [13]	Метод бальних оцінок з віднесенням отриманої суми балів по кожному з респондентів до одного з рівнів СН.
А. Мюррей і А. Лінскі [14]	Методика розрахунку регіонального стрес-індексу SSI (State Stress Index), розроблена американськими вченими з Національного інституту ментального здоров'я.
М. Плюснин [8]	На основі розробленого ним інструментарію отримані показники, що відображають матеріальний добробут городян, їх психологічний тонус, відносини з близькими людьми, до економічних, соціальних і політичних процесів в суспільстві, досвід участі в акціях протесту і суб'єктивну готовність до них, а також оцінки ймовірності зростання і розвитку напруженості в країні.
І. Пирогов [7]	Запропонував «мультиіндикаторну» методику вимірювання СН в спільнотах соціально-територіального типу, в рамках якої представлені способи розрахунку інтегральних показників СН. Методика враховує психологічні механізми формування СН, має можливість спочатку задати систему координат, в якій інтерпретуються одержувані підсумкові значення.
Р. Попов [9]	Інтенсивність протестної активності населення, частоту мітингової активності громадян, рівень міграції населення, ступінь політичної поляризації населення; рівень протестного голосування; ступінь етнічної гомогенності населення. На основі зібраних статистичних даних вони розрахували зведений індекс СН, значення якого по різних регіонах корелювали між собою на рівні 0,96. Крім того, ними було запропоновано набір індикаторів для розрахунку індексу соціального неблагополуччя, який конструюється на основі наступних показників: коефіцієнта дитячої смертності; рівня злочинності; сальдо міграції; рівня безробіття; розміру заборгованості по заробітній платі; купівельної спроможності населення.
С. Переслєгін [6]	Спосіб розрахунку показника рівня напруженості заснований на оцінці якості життя його членів, під якою автор розуміє їх добробут. Суспільство стійке, якщо якість життя позитивна. Якість життя, на думку автора, може бути прийнято і за основу оцінки СН. Однак, як зазначає сам автор методики, цей чисто економічний підхід не "спрацьовує" в тому випадку, коли якість життя негативно (що цілком можливо, в разі, якщо медіанний дохід нижче прожиткового мінімуму).
А. Шваков [12]	При цьому в якості факторів, що детермінують напруженості вони розглядають: рівень безробіття, число підприємств-банкрутів, рівень доходів населення, своєчасність виплати зарплати, значення яких можуть бути отримані за даними статистики. Однак, як зазначалося вище, ці фактори не можуть залишатися детермінують на будь-якому етапі розвитку регіонів. Крім того, в оцінці рівня СН не враховуються чинники, що мають суспільно-політичний характер, а як показує практика, саме такими показниками обумовлюється підвищення СН в періоди політичної нестабільності суспільства (передвиборчі, виборні компанії і т.д.).

Проведений аналіз показав, що одним з перпективних напрямків в сучасних умовах є побудова інтегрального показника соціальної напруженості (ІПСН) регіонів країни. Методика формування інтегрального показника соціальної напруженості пропонована в цій роботі базується на сучасних методах багатовимірного аналізу [1; 3-5]. Нижче наведені основні етапи методики.

1 етап. Формування системи показників СН.

2 етап. Побудова інтегральних показників соціальної напруженості регіонів.

На першому етапі здійснюється побудова системи показників, які характеризують соціальну напруженість регіонів. Як вважають більшість науковців [1; 3-5; 10] такі показники, перш за все, повинні відображати стабільність і динаміку розвитку економіки регіонів і країни в цілому. Список показників і їх умовне позначення представлені в табл. 2.

На другому етапі здійснюється побудова двох інтегральних показників соціальної напруженості:

- загального інтегрального показника, який відображає динаміку зміни соціальної напруженості по кожному регіоні країни;

- комплексного інтегрального показника країни, який дозволяє провести порівняльний аналіз регіонів за певний період часу.

Нижче наведено алгоритм визначення інтегральних показників соціальної напруженості на основі методів динамічної таксономії [1; 3-5], який включає наступні кроки:

- формування матриці вхідних даних;

- виділення груп показників - стимуляторів та дестимуляторів;

- стандартизація інформаційного простору;

- побудова інтегральних показників СН регіонів країни.

Для вихідної матриці використовуються дані Державної служби статистики України по 24 регіонам за 2015-2018 роки [2]. Важливим моментом для побудови інтегральних показників соціальної напруженості є виділення групи показників стимуляторів, збільшення значення яких приз-

водить до зростання соціальної напруженості і дестимуляторів тобто показників з протилежними властивостями. В системі показників наведених в табл. 1 до стимуляторів відносяться показники від x_1 до x_4, а до дестимуляторів від x_5 до x_{16}. Така розбивка показників необхідна для формування як загальних, так і комплексного показників соціальної напруженості регіонів країни. Для значення інтегральних показників встановлена шкала від 0 до 1, чим ближче значення знайдене показників до 1, тим вище СН регіонів.

Таблиця 2

Система показників для побудови ІПСН регіонів країни

Показник	Умовне позначення
Безробітне населення (за методологією МОП)	x_1
Сума заборгованості із виплати заробітної плати	x_2
Індекс споживчих цін	x_3
Імпорт	x_4
Середньомісячна заробітна плата за регіонами за період з початку року	x_5
Індекс промислової продукції	x_6
Обсяг реалізованої промислової продукції за регіонами	x_7
Індекс сільськогосподарської продукції	x_8
Вартість продукції сільського господарства, реалізованої підприємствами	x_9
Обсяг виконаних будівельних робіт	x_{10}
Індекс будівельної продукції	x_{11}
Оборот роздрібної торгівлі, млн.грн	x_{12}
Вантажооборот, млн.ткм	x_{13}
Пасажирооборот, млн.пас.км	x_{14}
Експорт	x_{15}
Сальдо	x_{16}

Знайдені значення загальних інтегральних показників по кожному регіону з 2015 по 2018 р. наведені в табл. 3.

Аналіз динаміки значень загальних інтегральних показників соціальної напруженості по кожному регіону з 2015 р. по 2018 р. свідчить про зростання тенденції соціальної напруженості у 83% регіонах країни. Найбільш значуща динаміка зростання загальних інтегральних показників спо-

стерігається в Київському регіоні (з 0,7457 у 2015 році зросла до 0,8541 у 2018 році) та Львівському регіоні (з 0,5782 у 2015 році зросла до 0,7449 у 2018 році).

Таблиця 3

Значення загальних інтегральних показників
соціальної напруженості регіонів країни

Регіон	Інтегральний показник соціальної напруженості			
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Вінницький	0,3125	0,3161	0,3332	0,3606
Волинський	0,4116	0,5329	0,5756	0,5818
Дніпропетровський	0,0155	0,0388	0,0029	0,0054
Донецький	0,2221	0,2495	0,2310	0,1669
Житомирський	0,3168	0,3405	0,3684	0,3880
Закарпатський	0,4887	0,5103	0,5414	0,5620
Запорізький	0,3250	0,3883	0,3705	0,3938
Івано-Франківський	0,3306	0,3572	0,4145	0,4568
Київський	0,7457	0,7937	0,8412	0,8541
Кіровоградський	0,2784	0,2999	0,3143	0,3199
Луганський	0,3377	0,3467	0,3256	0,3289
Львівський	0,5782	0,6245	0,6904	0,7449
Миколаївський	0,3514	0,3743	0,3778	0,3468
Одеський	0,4367	0,5122	0,5308	0,5674
Полтавський	0,4193	0,4291	0,4661	0,5076
Рівненський	0,3055	0,3203	0,3430	0,3313
Сумський	0,3559	0,3660	0,3926	0,4320
Тернопільський	0,3217	0,3259	0,3458	0,3628
Харківський	0,5375	0,5951	0,6130	0,6309
Херсонський	0,2894	0,2964	0,3059	0,3402
Хмельницький	0,3208	0,3410	0,3613	0,3665
Черкаський	0,3119	0,3284	0,3556	0,3496
Чернівецький	0,2718	0,2767	0,2817	0,2891
Чернігівський	0,3508	0,3773	0,3664	0,3729

Нижче наведена діаграма значення комплексного інтегрального показника соціальної напруженості регіонів країни (рис. 1).

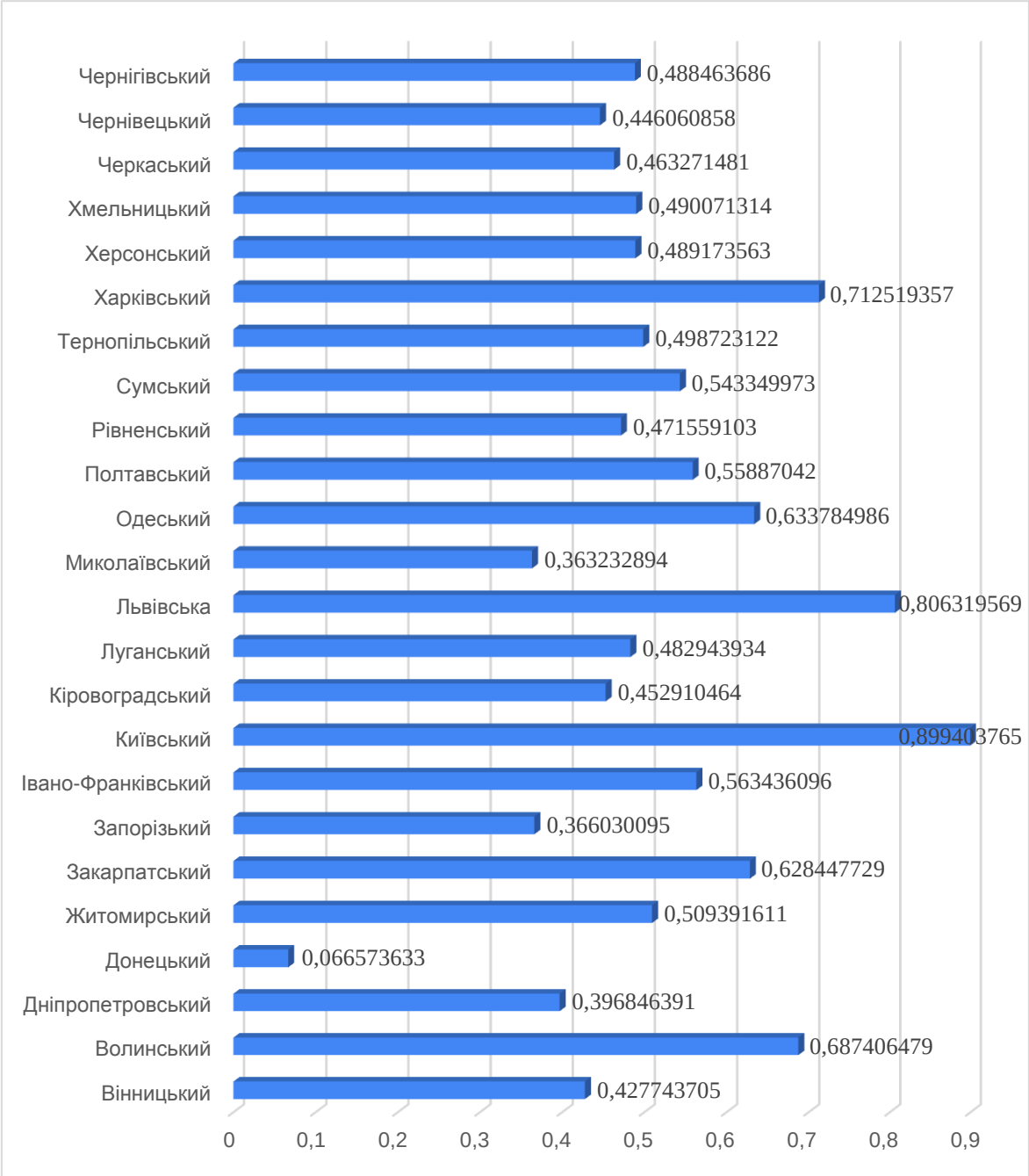


Рис. 1. Діаграма значення комплексного інтегрального показника соціальної напруженості регіонів України

Високі значення комплексного інтегрального показника соціальної напруженості для більшості регіонів України свідчать про досить складну соціальну ситуацію в країні.

Таким чином, побудовані інтегральні показники рівня соціальної напруженості регіонів країни дають змогу оцінити ситуацію як в певному регіоні, так і в країні в цілому. Аналіз показав, що на сьогоднішній день існує негативна тенденція до зросту СН в більшості регіонах України, що говорить про негайну необхідність впровадження превентивних заходів Урядом держави. Регіони із високим рівнем соціально-економічного розвитку більш сильно відчувають на собі зміни в тенденціях соціальної напруженості, що має негативний вплив на стабільність і подальший розвиток економіки країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гур'янова Л.С. Усиление неравномерности развития регионов как угроза экономической безопасности. Гур'янова Л.С., Клебанова Т.С. Вісник економіки транспорту і промисловості. Збірник науково-практичних статей. Випуск № 29. – Харків: Українська державна академія залізничного транспорту, 2010. – 450 с. – С. 32-37

2. Державна служба статистики України. Електронний ресурс: http://www.ukrstat.gov.ua. (Дата звернення: 26.03.2020 р.).

3. Клебанова Т.С. Економетрична модель оцінки факторів соціальної напруженості / Клебанова Т.С., Рудаченко О.О./ Актуальні проблеми прогнозування розвитку соціальноекономічних систем: Монографія / За ред. О.І. Черняка, П.В. Захарченка. – Мелітополь : 2019. – 456 с.

4. Клебанова, Т.С. Оценка и анализ неравномерности развития регионов Украины / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, Т. Н. Трунова, А. Ю. Смирнова // Актуальні проблеми економіки. - 2009. - № 8. - С. 162–167.

5. Неравномерность и цикличность динамики социально-экономического развития регионов: оценка, анализ, прогнозирование. Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ФЛП Александрова К. М.; ИД «ИНЖЭК», 2012. – 512 с

6. Переслегин, С.Б. Естественнонаучный подход к экономической статистике Электронный ресурс. htthp://stabes.nm.ru/ mate-rials/Peresbeginess.htm#Omioco(|>HH.

7. Пирогов, И.В. Социальная напряженность: теория, методология и методы измерения Текст.: автореф. дис. . канд. социолог, наук / И.В. Пирогов. М., 2:002. - 24 с.

8. Плюснин, Ю.М. Социальная напряженность в Новосибирске. 1999 год Текст. / Ю.М. Плюснин. Новосибирск: ЦСА, 1999. - 32 с.

9. Попов, Р. Социальная напряженность и социальное неблагополучие Электронный ресурс. Режим доступа: http://pubs.camegie. ru/books/ 1999/08np/default.aspn= 12.asp.

10. Рудаченко О.О. Формування основних напрямків щодо зниження соціальної напруженості країни. Рудаченко О.О. Науково-економічний журнал «Інтелект XXI», випуск 1, 2020 р., Київ. С.71-75.

11. Світовий Банк в Україні. Електронний ресурс https://www.worldbank.org/ u?-k/country/ukraine(Дата звернення: 03.03.2020 р.)

12. Шваков, А. Территория социальной напряженности Электронный ресурс. Режим доступа: http://scvr.sarnode.ru:8101/jornal/number7/shvakov. htm.

13. Шмонин, Д.А. Методологические предпосылки оценки социальной напряженности в сфере социально-трудовых отношений Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.psb.ru/samara/univer.html.

14. Linsky Arnold S. Social Stress in the United States: Links to Regional Patterns in Crime and Illness Text. / Arnold S. Linsky, Straus A. Murray. Dover, MA: Auburn House, 1986. – 182 p.

2.6. Моделювання рефлексивних впливів у системі антикризового управління діяльністю промислових підприємств

Промислові підприємства в Україні функціонують у надскладних умовах мінливості зовнішнього середовища, невизначеності та нестабільності ринкових відносин. Ці умови виступають ймовірними «збудниками» появи та накопичення кризових ситуацій у діяльності підприємств. Серед нагальних задач керівництва – так здійснювати антикризове управління, щоб в умовах обмежених часових, матеріальних та інших ресурсів мінімізувати можливість виникнення кризових ситуацій за всіма напрямками діяльності підприємства, і, в той же час, не втратити існуючих покупців, якщо немає передумов збільшення їх чисельності. Особливої актуальності в таких умовах набуває рефлексивний інструментарій у системі антикризового управління поведінкою тих ключових стейкхолдерів, від рішення про покупку яких найбільшою мірою залежить ефективність діяльності підприємства, тобто від кінцевих покупців.

Розглянемо наступні випадки можливого виникнення кризових станів на промислових підприємствах за участі кінцевих покупців:

– якщо обсяг продажу продукції в останні періоди був низьким і виник глибокий дефіцит коштів за результатами операційної діяльності підприємства (необхідне різке збільшення обсягу збуту продукції, з метою усунення дефіциту коштів);

– якщо попит на продукцію підприємства не забезпечує прибутковості його діяльності (служба продажу укладає невелику кількість договорів купівлі-продажу і є потреба укладання максимальної кількості угод за заявками покупців).

При цьому, слід зазначити, що в системі антикризового управління важливими є рішення кожного зі стейкхолдерів. Спільним для них є те, що всі стейкхолдери можуть постати перед вибором: приймати рішення, яке необхідне підприємству для попередження чи виходу з кризового стану, чи

ні. Проте, принципову відмінність в ухваленні рішення мають покупці, в яких вибір може бути значно ширшим: придбати товар у даного підприємства, придбати у іншого виробника або не купувати взагалі.

Виділені кризові стани дозволяють розглянути можливі ситуації економічної взаємодії суб'єктів механізму забезпечення антикризового управління діяльністю промислових підприємств на базі рефлексивного підходу в рамках двох моделей рефлексивного управління: модель «принцип дефіциту» і модель «продавець та споживач».

Перша можлива ситуація економічної взаємодії в рамках антикризового управління промисловим підприємством розглядає стимулювання підприємством як керуючим центром споживачів купити необхідну (більшу, ніж зазвичай) кількість товару для виходу з кризового стану в короткі терміни.

Модель «принцип дефіциту» розглядає випадок удаваної нераціональності поведінки економічних суб'єктів [1, с. 143]. В основу моделі покладено «принцип дефіциту», суть якого полягає в наступному: «цінність чогось позитивного в наших очах істотно збільшується у тому випадку, коли воно стає недоступним» [1, с. 222]. Зокрема, це стосується «дефіцитної» інформації, причому «ексклюзивна інформація є більш переконливою» [2]. До такого висновку в своїх дослідженнях дійшов американський психолог Р. Чалдіні [2], роботи якого присвячені опису і класифікації стереотипів поведінки суб'єктів у процесі прийняття рішень. Ці стереотипи являють собою певні «програми», що починають працювати при певних обставинах і визначають поведінку та дії людини. При цьому автор відзначає, що часто такі дії можуть бути явно ірраціональними.

Як аргумент на підтвердження цієї тези в [2] наводиться експеримент, проведений власником компанії, що імпортує яловичину. «Торгові агенти зателефонували, як, зазвичай, постійним клієнтам компанії – покупцям яловичини для супермаркетів та інших точок, які торгують продуктами в роздріб, і одним з трьох способів запропонували їм зробити замовлення. Одні клієнти почули пропозицію, зроблену в стандартній формі.

Іншим клієнтам додатково була надана інформація про те, що поставки імпортної яловичини будуть скорочені в найближчі кілька місяців. Третя група клієнтів отримала ті ж відомості, що і друга група, а також інформацію про те, що мало кому відомо про майбутнє скорочення поставок, оскільки ці відомості надійшли з надійного, але засекреченого джерела... Порівняно з клієнтами, яким торгову пропозицію було зроблено в стандартній формі, ті клієнти, яким було також сказано про дефіцит яловичини, замовили її вдвічі більше...».

Вперше нобелівський лауреат М. Алле в [3] поставив під сумнів той факт, що на практиці в процесі прийняття рішень суб'єкти завжди керуються раціональними мотивами поведінки. Пізніше в роботах Д. Канемана та А. Тверські [4] доведена ірраціональність у поведінці суб’єктів, які приймають рішення, базуючись на цінності альтернативи. При цьому цінність альтернативи залежить від тієї чи іншої «точки відліку» і одне і те ж рішення в різних ситуаціях і різні моменти часу може мати різну цінність для суб’єктів, що часто визначає результат прийняття рішень. Також Р. Талер в 2017 році отримав Нобелівську премію за внесок у дослідження поведінкової економіки за вивчення ірраціональності в поведінці економічних суб’єктів [5, 6]. Р. Талер довів, що результати прийняття економічних рішень суб’єктами залежать від когнітивних спотворень, які обумовлені обмеженою раціональністю людини. При цьому Р. Талер виявив систематичні наслідки результатів таких когнітивних спотворень і ірраціональності економічних суб’єктів в соціально-економічних системах.

В рамках системи антикризового управління діяльністю промислового підприємства такі прояви споживачів на ринках збуту продукції можна використовувати з метою виходу з кризових ситуацій промисловим підприємством в короткі терміни шляхом збільшення обсягу споживання продукції.

Розглянемо застосування моделі «принцип дефіциту», описаної в [7] в процесі реалізації системи антикризового управління діяльністю промислового підприємства.

В рамках моделі розглянемо три категорії потенційних споживачів, кожна з яких відрізняється поведінкою в споживанні. Спочатку розглянемо споживачів, що займаються оптовими поставками продукції. Таким чином, нехай є n клієнтів (економічних суб'єктів), які приймають рішення про обсяги закупівлі продукції у промислового підприємства. При цьому будемо вважати, що всі суб'єкти ідентичні і всі цільові функції таких суб'єктів аналогічно моделі Олігополія Курно [1, с. 300] мають такий вигляд:

$$f_i(x_1,...,x_n)=(S-\sum_{j\in N}x_j)x_i-cx_i, \quad (1)$$

де $x_i \geq 0$, $i \in N=\{1,...,N\}$, $c \geq 0$;

x_i – обсяг продажу суб'єкта за аналізований період часу;

$(S-\sum_{j\in N}x_j)$ – ціна, яку при цьому встановлено на ринку;

c – оптова ціна, за якою суб'єкти здійснюють купівлю товару.

Тоді зменшуване в цільовій функції може інтерпретуватися як виручка від реалізації продукції, а від'ємник – як витрати на закупівлю товару у промислового підприємства – виробника продукції. Рівноважні дії суб'єктів при цьому можна знайти, диференціюючи цільові функції, прирівнюючи похідні до нуля і вирішуючи отриману систему [1; 7]:

$$x_i=\frac{S-c}{n+1}, i \in N. \quad (2)$$

При цьому, в рівноважних діях суб'єктів, відповідно (2) вбачаємо, що всі суб'єкти ідентичні і тому всі їхні дії однакові. Така ситуація – при відсутності інформаційного впливу. Так, суб'єкти, яким було зроблено пропозицію в стандартній формі (споживачі першого типу), закупили товар в обсязі (2) і розраховують реалізувати його в даний період часу.

Далі розглянемо поведінку споживачів другого типу, яким було повідомлено, що обсяг продажу продукції в наступні періоди буде скорочено. Припустимо, що вони вважали цей факт «загальним знанням» [1, с. 92]. Тоді для них логічною дією було закупити в два рази більше товару, щоб

мати можливість реалізувати його в наступний період часу в тій же кількості, що й раніше (2), і одночасно займатися пошуками інших постачальників для організації нових закупівель на майбутні періоди.

У випадку повідомлення споживачів про те, що обсяг поставок буде зменшено і ця інформація доступна лише для окремих суб'єктів, з'являються споживачі третього типу. Для таких суб'єктів логічними будуть припущення, наведені нижче. Існує два типи суб'єктів – непоінформовані і поінформовані (інсайдери), до яких відносять себе споживачі третього типу. Непоінформовані суб'єкти в поточному періоді реалізовуватимуть товар в обсязі (2), а в наступному періоді припинять участь в грі, в зв'язку з відсутністю товару. Таким чином, число гравців в наступному періоді (яке дорівнює кількості інсайдерів) скоротиться з n до деякого числа $kn, k < 1$, де k – частка інсайдерів. Тоді в наступному періоді рівноважною буде наступна дія:

$$x_i' = \frac{S - c}{kn + 1}, i \in N. \quad (3)$$

Порівнюючи (2) і (3), можна прослідкувати, що при великих значеннях n отримаємо співвідношення:

$$\frac{x_i'}{x_i} = \frac{n+1}{kn+1} \approx \frac{1}{k}. \quad (4)$$

Тому споживачі третього типу закуплять продукцію в обсязі $(x_i + x_i')$, тобто в $\frac{1}{k} + 1$ разів більше, ніж споживачі першого типу. Якщо частка інсайдерів становить, з точки зору споживачів третього типу, п'яту частину від загальної кількості споживачів (тобто $k = \frac{1}{5}$ і цей факт суб'єктивно є «загальним знанням»), то виходить [7, с. 257]:

$$x_i + x_i' = 6x_i. \quad (5)$$

В такому випадку раціональною для споживачів третього типу є купівля в 6 разів більшого обсягу продукції, ніж для споживачів першого типу.

Таким чином, інформаційне стимулювання керуючим центром (промисловим підприємством) споживачів як ключових стейкхолдерів купити необхідний (в $\frac{1}{k}+1$ разів більше, ніж зазвичай) обсяг продукції дозволить забезпечити вихід підприємства з кризового стану в короткі терміни, чим буде забезпечена ефективність рефлексивного підходу в рамках відповідного механізму антикризового управління.

Ще однією ситуацією економічної взаємодії в рамках забезпечення антикризового управління діяльністю промислового підприємства є ситуація, що описує досягнення згоди при укладенні договору про ціну товару, вигідну керуючому центру (промисловому підприємству) для забезпечення необхідного рівня збуту товару.

Для опису ситуації економічної взаємодії розглянемо можливість застосування моделі «продавець та споживач» [7, с. 276]. Модель «продавець та споживач» розглядає продавця і покупця, які мають ієрархію взаємних уявлень про цінність продукції, і повинні прийти до згоди щодо ціни, за якою цю продукцію має бути реалізовано. При цьому, в рамках даного наукового дослідження будемо розглядати споживачів, що займаються оптовими поставками продукції, в якості покупців, а промислове підприємство – в якості продавця продукції.

Необхідною умовою укладання договору є наступна: з точки зору обох учасників суб'єктивні ціни всіх реальних і фантомних продавців не перевищують суб'єктивних цін кожного з реальних і фантомних покупців.

Найбільш простою структурою інформованості, яку необхідно сформувати у економічних суб’єктів (покупця і продавця) для того, щоб договір було укладено з вказанням необхідної для керуючого центру ціни, є наступна: вони повинні бути впевнені, що для кожного з фантомних суб’єктів

(покупця з точки зору продавця, продавця з точки зору покупця і т.д.) цінність продукції точно дорівнює ціні, необхідній керуючому центру.

Позначимо продавця літерою s (seller), покупця – b (buyer). Нехай продавець і покупець мають знайти компромісне рішення щодо ціни продукції, за якою споживач готовий купити продукцію згідно договору у промислового підприємства.

Позначимо Y_b – уявлення покупця про цінність товару для нього (максимальна ціна товару, яку він готовий за нього заплатити);

Y_s – уявлення продавця про цінність товару для нього (мінімальна ціна, за якою він готовий продати товар);

Y_{bs} – уявлення покупця про уявлення продавця;

Y_{sb} – уявлення продавця про уявлення покупця;

Y_{sbs} – уявлення продавця про те, що про його уявлення думає покупець і т.д.

Вважатимемо, що $Y_r \in \Upsilon^1$, де r – довільна кінцева послідовність індексів (в тому числі порожня) з множини учасників угоди $\{s;b\}$. Відзначимо, що множину можливих кінцевих послідовностей індексів позначатимемо як $\sum^{\cdot}$, а об'єднання $\sum^{\cdot}$ з порожньою послідовністю позначимо $\sum$.

Далі розглянемо, якими повинні бути взаємні уявлення покупця і продавця для того, щоб договір було укладено. Враховуючи те, що договір може бути укладено, тільки якщо цінність товару для покупця є не нижчою за цінність товару для продавця, отримуємо наступну систему нерівностей:

$$\forall r \in Y_{rb} \geq Y_r, Y_{rs} \leq Y_r. \tag{6}$$

Із (6) випливає, що суб'єктивний розмір області компромісу повинен бути представлений у вигляді:

$$\Delta_r = Y_{rb} - Y_{rs}, r \in \Sigma, \tag{7}$$

причому $\forall r \in \Sigma \; \Delta_r \geq 0$.

Далі розглянемо можливі механізми компромісу. При заданих суб'єктивних уявленнях і, відповідно, заданій області компромісу, яка не є порожньою, враховуючи (6) і (7), можливі різні процедури розподілу «прибутку» Δ (визначення точки компромісу).

Перший варіант розподілу «прибутку» полягає у заданні відображення $\mu=(\mu_s,\mu_b): Y^2 \to Y^1$, що задовільняє для всіх $Y_b \geq Y_s$, наступні властивості:

$$\mu_s(Y_s,Y_b)+\mu_b(Y_s,Y_b)=\Delta, \tag{8}$$

$$Y_s \leq \mu(Y_s,Y_b) \leq Y_s, \tag{9}$$

$$\frac{\partial\mu(Y_s,Y_b)}{\partial Y_s} \geq 0, \tag{10}$$

$$\frac{\partial\mu(Y_s,Y_b)}{\partial Y_b} \geq 0, \tag{11}$$

змістовні інтерпретації яких очевидні. При цьому інваріантний стосовно адитивного зсуву уявлень наступний механізм компромісу: $\mu=\alpha Y_b+(1-\alpha)Y_s$, де $\alpha \in [0;1]$.

Рефлексивну гру промислового підприємства і споживачів продукції формалізуємо наступним чином.

Допустимою дією для кожного з суб'єктів (промислового підприємства та споживачів) є повідомлення (одночасно з опонентом і незалежно від нього) про «свою» ціну (для покупця – ту, за якою готовий купити x_b, для продавця – ту, за якою готовий продати x_s). На підставі повідомлень економічних суб'єктів угода або не укладається (при $x_s > x_b$), або укладається за ціною $\mu(\mu_s,\mu_b)$ (при $x_s \leq x_b$). Функції виграшу при цьому будуть мати наступний вигляд:

$$f_s(Y_s,x_s,x_b)=\begin{cases}\mu(x_s,x_b)-Y_s, & x_s \leq x_b\\ -\varepsilon_1, & x_s > x_b\end{cases}, \tag{12}$$

$$f_b(Y_b,x_s,x_b)=\begin{cases}Y_b-\mu(x_s,x_b), & x_s \leq x_b\\ -\varepsilon_2, & x_s > x_b\end{cases}. \tag{13}$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – витрати на подачу заявки, якщо угоду не буде укладено ($\varepsilon_1 \geq 0, \varepsilon_2 \geq 0$).

Крім цього, будемо вважати, що кожен із суб'єктів може взагалі відмовитися від переговорів. При цьому угоду не буде укладено і виграш суб'єкта, який не подав заявку, буде нульовим.

Далі опишемо поінформованість учасників гри. Будемо вважати, що допустимі дії і цільові функції є «загальним знанням» з точністю до величин Y_s і Y_b. Далі припустимо, що продавець і покупець володіють точковою структурою поінформованості кінцевої складності типу: $I_s = (Y_s, Y_{sb}, Y_{sbs}, ...)$, $I_b = (Y_b, Y_{bs}, Y_{bsb}, ...)$. При цьому відповідно до аксіоми автопоінформованості індекси s і b чергуються [7, с. 278].

Розглянемо можливі випадки інформаційної рівноваги в описаній рефлексивній грі. При цьому розгляд будемо здійснювати з позиції одного з економічних суб'єктів – промислового підприємства (продавця).

З метою визначення рівноважної дії продавця x_s^*, необхідно визначити рівноважні дії всіх фантомних суб'єктів, що існують в його уявленні, тобто особистому представленні. Таким чином, для знаходження x_s^*, необхідно знайти всі $x_{sr}^*, r \in \Sigma$.

Припустимо, що $x_{sr}^*, r \in \Sigma$ – інформаційна рівновага. Розглянемо довільне непорожнє r і рівноважну дію x_{srsb}^*. За визначенням інформаційної рівноваги дія x_{srs}^* максимізує по x_{srs}^* функцію $f_s(Y_{srs}, x_{srs}, x_{srsb}^*)$. Тобто srs-суб'єкт (промислове підприємство) очікує від $srsb$-суб'єкта (покупця) дії x_{srsb}^*. Співвідношення $Y_{srs} > x_{srsb}^*$ означає, що srs-суб'єкт (промислове підприємство) очікує від опонента заявку з меншою за його суб'єктивну ціною. Відповідно, суб'єктивно оптимальною для нього буде відмова від переговорів і угоду не буде укладено, що суперечить припущенню. Тоді, $Y_{srs} \leq x_{srsb}^*$ (суб'єктивна ціна продавця не перевищує заявленої ціни покупця). Але в такому випадку очевидно, що для промислового підприємства

оптимально вказати ціну, що співпадатиме з ціною потенційного споживача продукції, тобто $x^*_{srs} = x^*_{srsb}$. Аналогічно, якщо x^*_{srbs} – рівноважна дія, то $Y_{srb} \geq x^*_{srbs}$ і $x^*_{srb} = x^*_{srbs}$.

Таким чином, для довільного r справедливими є співвідношення $x^*_{sr} = x^*_s$, $Y_{srs} \leq x^*_s \leq Y_{srb}$. Оскільки структура поінформованості має скінченну складність, попарно різних елементів Y_{sr} скінченне число. Тому із останньої рівності випливає, що $\max\limits_{r\in\Sigma} Y_{srs} \leq x^*_s \leq \min\limits_{r\in\Sigma} Y_{srb}$.

Таким чином, можна стверджувати, що набір дій $x^*_{sr}, r \in \Sigma$ з позиції продавця представляє собою інформаційну рівновагу (і продавець не відмовляється від переговорів), тільки якщо $x^*_{sr} \equiv x^*_s$ для будь-якого $r \in \Sigma$ і $\max\limits_{r\in\Sigma} Y_{srs} \leq x^*_s \leq \min\limits_{r\in\Sigma} Y_{srb}$.

Якщо число x^*_s є таким, що $\max\limits_{r\in\Sigma} Y_{srs} \leq x^*_s \leq \min\limits_{r\in\Sigma} Y_{srb}$, то для будь-якого $r \in \Sigma$ матимемо $Y_{sr} \leq x^*_s \leq Y_{srb}$, $Y_{srs} \leq x^*_s \leq Y_{sr}$. Тому набір дій $x^*_{sr} = x^*_s, r \in \Sigma$ з позиції промислового підприємства представляє собою інформаційну рівновагу і промислове підприємство не відмовиться від переговорів (при цьому, потрібно звернути увагу на те, що співвідношення 1.1 виконано).

Аналогічні твердження є справедливими і для покупця. Об'єднавши ці два факти, можна дійти до наступного висновку: набір дій $x^*_k, k \in K$ представляє собою інформаційну рівновагу і угоду буде укладено, тільки якщо для будь-якого $r \in \Sigma$ справедливими є співвідношення:

$$x^*_{sr} = x^*_s, r \in \Sigma \tag{14}$$

$$x^*_{br} = x^*_b, r \in \Sigma \tag{15}$$

$$\max_{r\in\Sigma} Y_{srs} \leq x^*_s \leq \min_{r\in\Sigma} Y_{srb} \tag{16}$$

$$\max_{r\in\Sigma} Y_{brs} \leq x^*_b \leq \min_{r\in\Sigma} Y_{brb} \tag{17}$$

Таким чином, можна визначити, як слід формувати структуру поінформованості в процесі взаємодії економічних суб’єктів в разі, якщо керуючий центр (промислове підприємство і служба продажу, зокрема), має

можливість формувати будь-яку структуру і прагне сформувати найпростішу.

Нехай, наприклад, центр намагається забезпечити укладання угоди з ціною, при якій $Y_s \le Y^* \le Y_b$, тобто зробити Y^* єдиною рівноважною ціною. Тоді достатньо сформувати у суб'єктів структури поінформованості такого типу: $I_s = (Y_s, Y^*, Y^*, Y^*, ...)$, $I_b = (Y_b, Y^*, Y^*, Y^*, ...)$, при цьому $\max\limits_{r \in \Sigma} Y_{srs} = \min\limits_{r \in \Sigma} Y_{srb} = \max\limits_{r \in \Sigma} Y_{brs} = \min\limits_{r \in \Sigma} Y_{brb} = Y^*$. Слід також відмітити, що така інформаційна рівновага є стабільною: угоду буде укладено з зазначенням саме тієї ціни, на яку розраховували суб'єкти, формуючи свої заявки.

Тобто для забезпечення укладення угоди за ціною, вигідною центру, керуючим впливом центру повинно стати забезпечення в уявленнях суб'єктів єдиної рівноважної ціни Y^*. При цьому, антикризовою дією промислового підприємства (і, зокрема, служби продажу) буде забезпечення за допомогою рефлексивного управління укладення угод з усіма потенційними клієнтами, які подали заявки на укладення договорів.

Так, наприклад, якщо суб'єктивна ціна продавця за мішок цементу становить 120 грн., покупця – 150 грн., і центр прагне забезпечити укладання угоди з вказанням ціни 140 грн. Тоді йому потрібно повідомити продавцю таку інформацію: «Покупець вважає: суб'єктивні ціни покупця і продавця становлять 140 грн., і це – «загальне знання». А покупцю варто донести наступне: «Продавець вважає: суб'єктивні ціни продавця і покупця становлять 140 грн., і це – «загальне знання». Таким чином формуються наступні структури поінформованості агентів: $I_s = (120, 140, 140, 140, ...)$, $I_b = (150, 140, 140, 140, ...)$. Обидва суб'єкти подадуть заявки з ціною 140 грн. і угоду буде укладено.

Таким чином, моделювання економічної взаємодії промислового підприємства зі споживачами як ключовими стейкхолдерами в системі антикризового управління дозволяє формалізувати процес рефлексивного управління їх поведінкою, що, в свою, чергу, сприятиме збільшенню обсягу продажу продукції в короткі терміни. Досягнення такої цілі є можливим

за рахунок донесення споживачам рефлексивних керуючих інформаційних повідомлень та при забезпеченні укладення максимальної кількості угод за отриманими заявками споживачів шляхом рефлексивного регулювання їх уявлень про ціну товару.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чхартишвили А. Г. Теоретико-игровые модели информационного управления / А. Г. Чхартишвили. – М. : ЗАО «ПМСОФТ», 2004. – 227 с.
2. Чалдини Р. Психология влияния / Р. Чалдини. – СПб. : Питер, 2018. – 336 с.
3. Алле М. Поведение рационального человека: критика постулатов и аксиом американской школы. THESIS. Т. 5. / М. Алле. – 1994. – С. 217–241.
4. Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: an analysis of decisions under risk / D. Kahneman, A. Tversky // Econometrica. – 1979. – № 47. – P. 263–291.
5. Канеман Д., Тверски А. Теория перспектив: анализ принятия решений в условиях риска / Д. Канеман, А. Тверски // Экономика и математические методы. – 2015. – №51(1). – С. 3-25.
6. Thaler R. H. Misbehaving: The Making of Behavioral Economics / R. H. Thaler. – New York: W.W. Norton & Company, 2015. – 432 p.
7. Талер Р. Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать / Р. Талер. – Москва: Изд-во «Э», 2017. – 368 с.
8. Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Рефлексия и управление: математические модели / Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2013.
9. Зимбардо Ф., Ляйппе М. Социальное влияние / Ф. Зимбардо, М. Ляйппе. – СПб. : Питер, 2000. – 448 с.

2.7. Алгоритм визначення набору захисних акцій у інвестиційному портфелі

У сучасній економічній літературі розрізняють декілька базових типів інвестиційних портфелів, що залежать від цілей інвестування і способів отримання прибутку: агресивний портфель, захисний портфель, дивідендний портфель, спекулятивний портфель, змішаний портфель.

Захисний портфель в більшій мірі ніж будь-хто інший з перерахованих вище реалізує функцію диверсифікації ризиків. Основними структурними складовими такого портфеля є так звані захисні активи.

Захисні активи – це інвестиційні інструменти, які в період кризових явищ в економічній системі характеризуються набагато меншими ціновими коливаннями в порівнянні з бенчмарками ринку, часто демонструючи позитивну динаміку на тлі загального спаду. Інвестиції в захисні активи дозволяють зберегти капітал, а при поліпшенні кон'юнктури – перевести його в більш ефективні проекти.

Ключовими ознаками захисного активу є наступні: зростання при падінні ринку; коридорна або запізніла цінова динаміка в період зростання ринку; мінімальна схильність до цінових коливань; забезпечення захисту від інфляції; прийнятний рівень ліквідності.

До захисних відносять такі групи активів: дорогоцінні метали (в першу чергу – золото), нерухомість, іноземну валюту (головним чином – долар США), окремі види цінних паперів (облігації, деякі акції).

Класичним захисним активом є золото, стабільність цін на нього обумовлена двома основними факторами: обмеженістю запасів і стабільним попитом з боку промисловості та центральних банків. На рис. 1 представлена динаміка цін ф'ючерсів на золото і ф'ючерсів на індекс SP-500, аналіз якого дозволяє зробити висновок, що тільки лише золото не може повністю виконувати захисну роль. За аналізований період з 1990 р існува-

ли моменти історії, коли падіння ринку не могло бути повністю компенсовано лише цим активом.

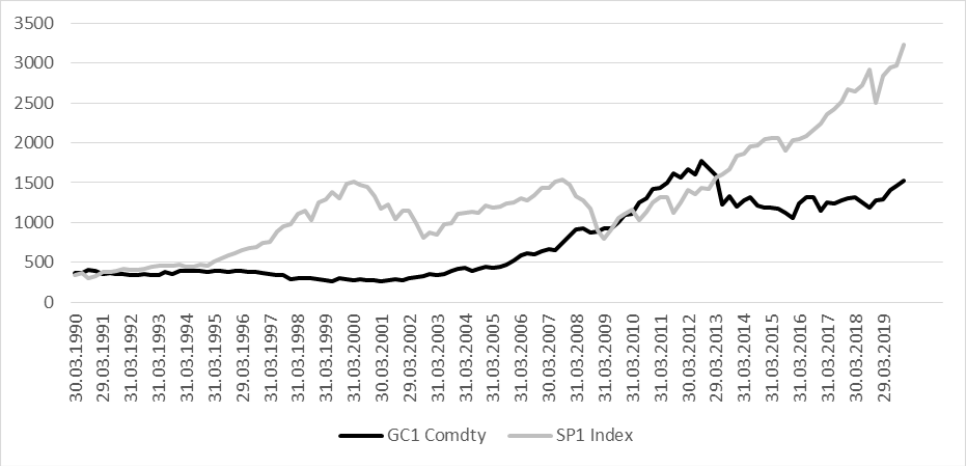


Рис. 1. Динаміка цінових коливань золота і індексу SP500

Якісним захисним активом вважається іноземна валюта або «портфель» валют, що як правило включає долар США, євро, швейцарський франк. Наприклад, інвестору, що вкладає кошти в економіку США, як захисний актив можна використовувати швейцарський франк (див. Рис. 2). Однак бачимо, що в цій ситуації також, як і в попередній, один актив не буде панацеєю. Бачимо, що за останні кілька років ціна даної валюти ходить в коридорі і навіть в період останнього значного падіння індексу в кінці 2018 р. не показала істотного зростання.

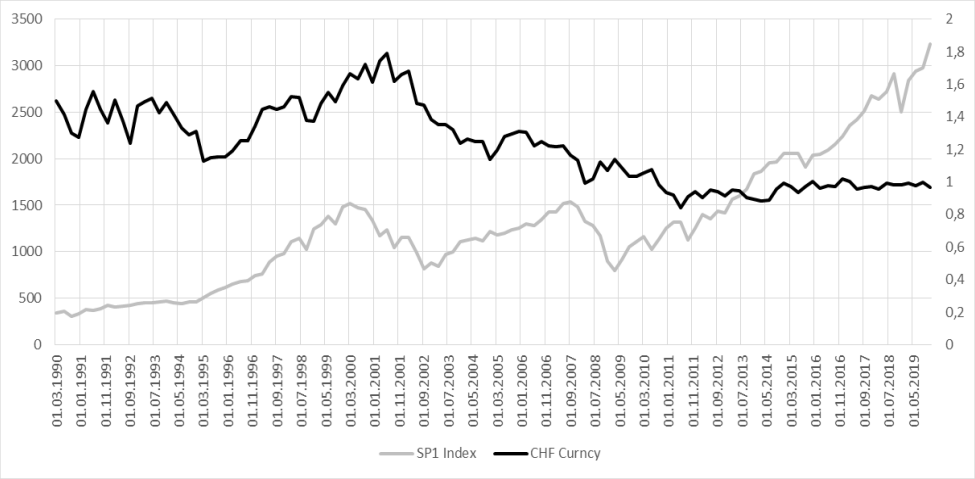


Рис. 2. Динаміка цінових коливань швейцарського франка і індексу SP500

Третім «класичним» напрямком захисного інвестування є облігації. В першу чергу, мова йде про суверенні облігації в твердих валютах. Оскільки надійність таких облігацій забезпечується державою, то в більшості випадків головною загрозою подібної інвестиції є дефолт. Облігації є хорошим способом «пересидіти» кризу, зберегти і навіть примножити капітал, щоб потім перекласти його в активи зростання (див. Рис. 3).

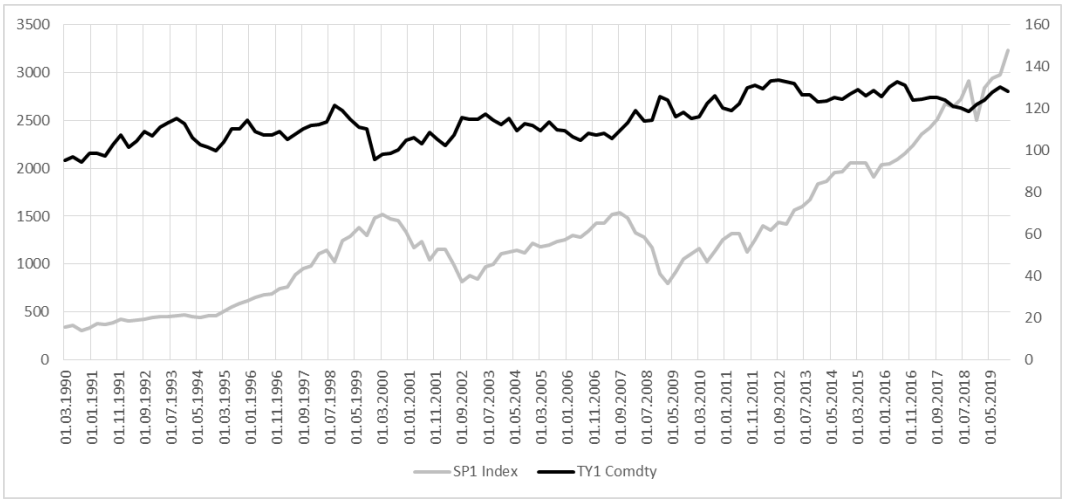


Рис. 3. Динаміка цінових коливань ф'ючерсів
на десятирічні облігації США і індексу SP500

Захисні акції – це акції компаній, ціна яких відносно стабільна і слабо реагує на знижувальний тренд. На відміну від циклічних акцій, які чутливі до основного економічного бізнес-циклу, захисні акції процвітають як в погані, так і в хороші часи. Ці папери не цікаві спекулянтам, тому і в період зростаючого тренду вони ростуть повільно. Відмінними ознаками таких паперів є такі: попит на продукцію відносно постійний і не залежить від світової кон'юнктури; продукція має стратегічне значення; компанії показують посередні фінансові результати, але мають державну підтримку.

Прикладами захисних є акції компаній зі сфери комунальних послуг, компаній, що виробляють товари повсякденного попиту, фармацевтичних компаній. Попит на комунальні послуги (опалення, газ і вода) постійний з боку людей будь-якого економічного класу і на будь-якій фазі економічного циклу. Комунальні підприємства виграють від більш повільних циклів

ділової активності, оскільки ставки запозичень або вартість капіталу, як правило, нижче під час економічного спаду. Компанії, що пропонують споживчі товари повсякденного попиту, такі як продукти харчування і напої, одяг, генерують стабільні доходи протягом як стійких, так і нестійких періодів економічного циклу, так як попит на їх продукцію залишається практично незмінним. Акції фармацевтичних компаній або компаній, що спеціалізуються в галузі біологічних наук, працюють добре в будь-якому економічному циклі, оскільки завжди існують хворі люди, яким потрібні ліки.

В даному дослідженні будемо аналізувати акції, що формують індекс SP500. Згідно глобального стандарту класифікації галузей (GICS) розглянемо акції для кожної з 11 галузей як потенційних претендентів на роль захисних активів. У табл. 1 представлений перелік галузей, а також умовне позначення відповідного галузевого субіндексу.

Таблиця 1.

Галузева структура індексу SP500

Назва галузевого індексу	Умовне позначення
Матеріали (S&P 500 MATERIALS)	S5MATR
Нерухомість (S&P 500 REAL ESTATE)	S5RLST
Комунальні послуги (S&P 500 UTILITIES)	S5UTIL
Енергетика (S&P 500 ENERGY)	S5ENRS
Споживчі товари повсякденного попиту (S&P 500 CONSUMER STAPLES)	S5CONS
Промисловість(S&P 500 INDUSTRIALS)	S5INDU
Споживчі товари вибіркового попиту (S&P 500 CONSUMER DISCRETIONARY)	S5COND
Комунікаційні послуги (S&P 500 COMMUNICATION SERCES)	S5TELS
Фінанси (S&P 500 FINANCIALS)	S5FINL
Охорона здоров'я (S&P 500 HEALTH CARE)	S5HLTH
Інформаційні технології (S&P 500 INFORMATION TECHNOLOGY)	S5INFT

Таким чином, алгоритм формування множини захисних акцій буде містити наступні основні етапи:

1. Позиціонування галузевих груп акцій в просторі «ризик-дохідність» і визначення ступеня близькості галузевих субіндексів і індексу SP500.

2. Вибір галузевих груп, акції яких можуть виступати в ролі захисних в період кризи.

3. Незалежний аналіз структури вибраних галузевих груп.

4. Вибір захисних активів в кожній галузевій групі.

5. Аналіз отриманої множини захисних активів, що належать різним галузевим групам.

6. Прийняття остаточного рішення про структуру захисного інвестиційного портфеля.

На рис. 4 представлені сам індекс і його структурні компоненти в просторі «ризик-дохідність».

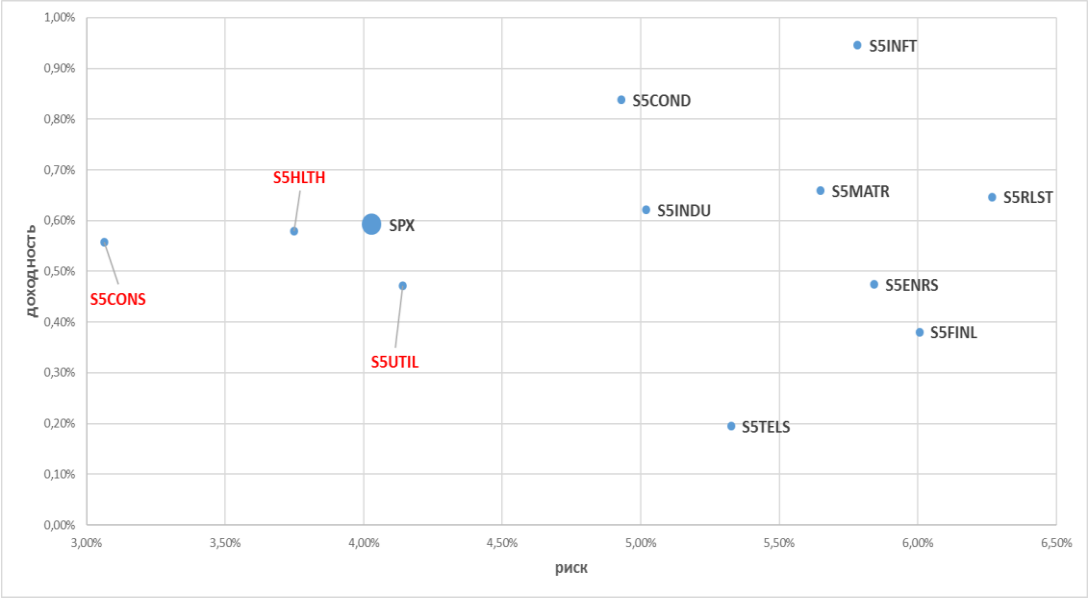


Рис. 4. Індекс SP500 і його галузеві компоненти

Як видно з рисунка, два галузевих індекси знаходяться найближче до індексу SP500 – це S5HLTH і S5UTIL. При цьому S5UTIL має рівень ризику 4,14% (це незначно перевищує ризик індексу 4,03%). Індекс S5HLTH має рівень ризику 3,75% і дохідність 0,58%, яка може бути порівнянна із дохідністю основного індексу (0,59%). У найкращому становищі знахо-

диться галузевий індекс S5CONS, який має найнижчий по всій сукупності показник рівня ризику 3,06%, і дохідність 0,56%, наближену до прибутковості основного індексу. Таким чином, зазначені три галузі можуть бути розглянуті як джерела вибору захисних акцій, тому що вони продемонстрували найменші за сукупністю рівні ризику і середню дохідність.

Так як кожен з розглянутих вище галузевих субіндексів характеризує галузь у цілому, а нам необхідно вибрати в якості об'єктів інвестування акції конкретних компаній, для подальшого аналізу крім показників ризику і дохідності розглянемо також коефіцієнти парної кореляції акцій з індексом SP500, процентну зміну ціни акцій за весь аналізований ретроспективний період, а також проведемо порівняльний аналіз поведінки цін акцій в кризові періоди. Під кризовими періодами будемо розуміти інтервали часу, протягом яких спостерігалося істотне зниження ціни індексу SP500. Кризові періоди, розглянуті в рамках цього дослідження, представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Хронологія кризових періодів

Початок періоду	Кінець періоду
31.08.2000	28.09.2001
31.05.2001	28.09.2001
29.03.2002	30.09.2002
31.10.2007	31.03.2008
30.05.2008	27.02.2009
30.04.2010	30.06.2010
29.04.2011	30.09.2011
31.07.2015	30.09.2015
30.11.2015	29.01.2016
31.01.2018	30.03.2018
28.09.2018	31.12.2018
30.04.2019	31.05.2019

Для трьох обраних галузевих груп проведемо незалежний аналіз їх структурного складу і визначимо набір акцій, які найбільш повно відповідають критерію захисних активів.

Розглянемо групу споживчих товарів повсякденного попиту (S & P 500 CONSUMER STAPLES).

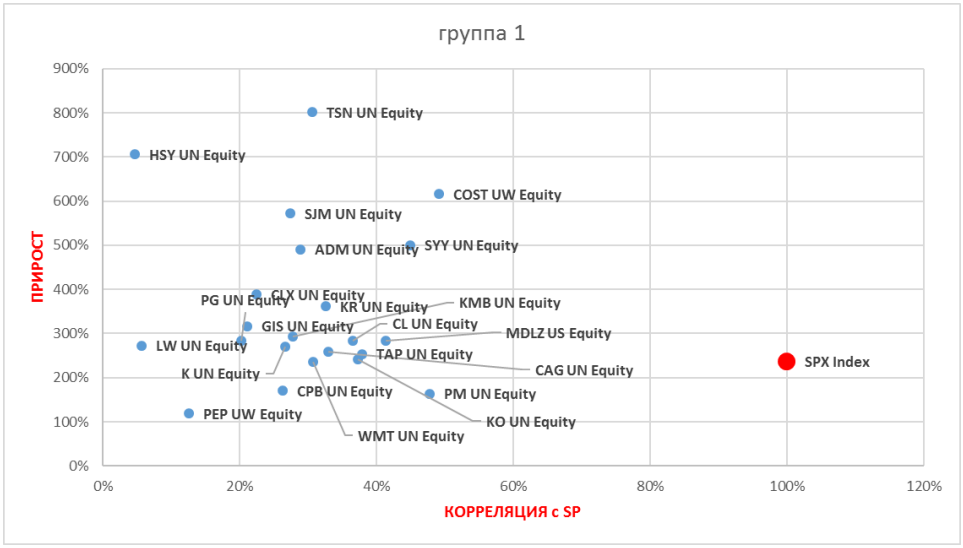
Будемо аналізувати об'єкти групи в просторі двох основних індикаторів – коефіцієнта кореляції з базовим індексом SP500 і процентної зміни ціни акцій за весь аналізований ретроспективний період. Проведені розрахунки показали, що об'єкти істотно розрізняються за другим індикатором, тому були розглянуті наступні підмножини в рамках вихідної групи:

- акції, що показали зростання в інтервалі від 100% до 1000%;
- акції, що показали зростання більш ніж 1000%;
- акції, що показали зростання менше 100% (ціна яких впала за розглянутий період).

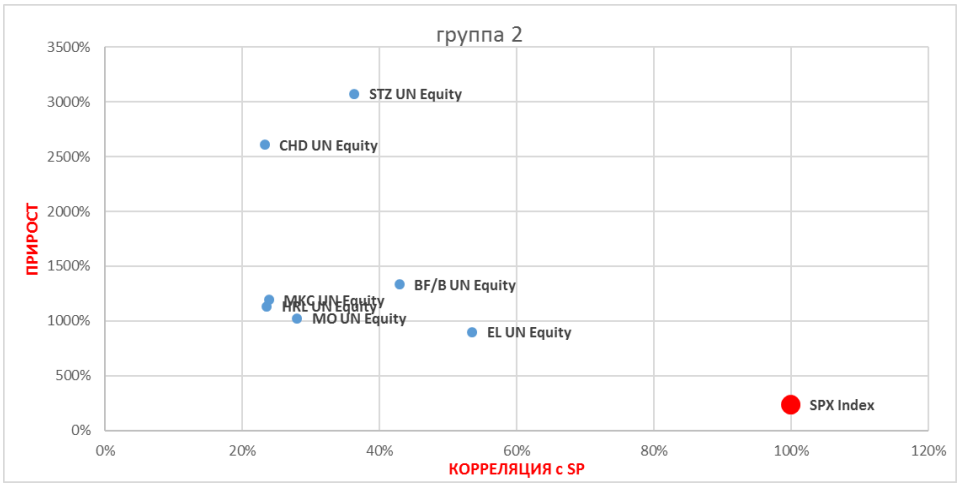
На рис. 5 показані результати такої класифікації. Як бачимо, більшість акцій потрапило до першої групи. Об'єкти цієї підмножини показали зростання ціни за аналізований період, що вже є аргументом для розгляду їх як захисних. При цьому значна частка об'єктів продемонструвала приріст ціни, що перевищує аналогічний показник індексу SP500 (236%). У другої підмножині присутні акції, які показали аномальне зростання, що в рази перевищує зростання базового індексу. Таких компаній досить мало, і для того, щоб прийняти остаточне рішення про їх включення в захисний портфель, потрібно провести додатковий аналіз їх основних фінансових показників. Акції компаній, що потрапили до третьої підмножини, виключаються з подальшого аналізу, так як вони не продемонстрували зростання.

Щоб прийняти остаточне рішення про вибір захисних активів, необхідно проаналізувати поведінку акцій в періоди кризи.

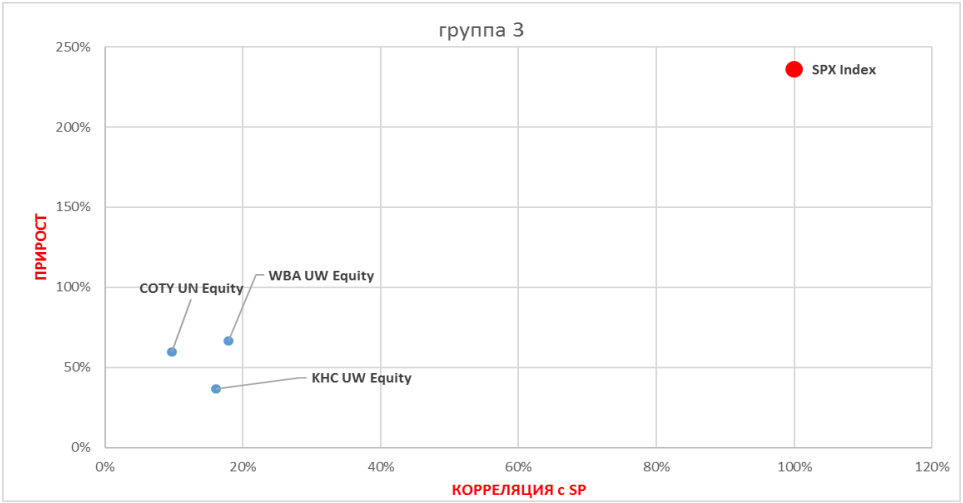
Для цього знайдемо темпи зростання кожного активу за кожен кризовий період, представлений в табл. 2. У табл. 3 наведено фрагмент даних, отриманих для чотирьох акцій.



а) група 1



б) група 2



в) група 3

Рис. 5. Позиціонування акцій в двовимірному просторі (споживчі товари повсякденного попиту)

Таблиця 3

Темпи зростання акцій і індексу в кризові періоди

Початок періоду	Кінець періоду	Темпи зростання				
		SP500	EL UN Equity	KO UN Equity	PG UN Equity	WMT UN Equity
31.08.2000	28.09.2001	69	81	89	118	104
31.05.2001	28.09.2001	83	82	99	113	96
29.03.2002	30.09.2002	71	84	92	99	80
31.10.2007	31.03.2008	85	104	99	101	117
30.05.2008	27.02.2009	52	48	71	73	85
30.04.2010	30.06.2010	87	85	94	96	90
29.04.2011	30.09.2011	83	91	100	97	94
31.07.2015	30.09.2015	91	91	98	94	90
30.11.2015	29.01.2016	93	101	101	109	113
31.01.2018	30.03.2018	94	111	91	92	83
28.09.2018	31.12.2018	86	90	103	110	99
30.04.2019	31.05.2019	93	94	100	97	99
Близкість до індексу			34	49	77	66

Як видно з таблиці, поведінка акцій відрізняється як між собою, так і від кризи до кризи. Так, наприклад акції PG UN Equity в кожній кризі продемонстрували зростання, що є більшим ніж зростання індексу. Акції KO UN Equity один раз впали більше, ніж індекс. Акції WMT UN Equity два рази впали більше, ніж індекс. З акціями EL UN Equity подібна ситуація трапилася чотири рази.

Нас будуть цікавити тільки ті активи, поведінка яких істотно відрізнялося від поведінки базового індексу. Щоб проранжувати акції в залежності від ступеня близькості до індексу SP500, розрахуємо евклідову відстань кожної акції від індексу (див. останній рядок в Табл. 3).

Фрагмент підсумкових розрахунків по всій сукупності акцій представлений в табл. 4. Як бачимо з таблиці, даний показник коливається в інтервалі від 12 до 106. Очікувано серед акцій з найменшими значеннями виявилися об'єкти третьої підмножини, які показали сукупне зниження своїх цін за весь аналізований період. Для подальшого аналізу будемо брати акції, які опинилися в нижніх рядках таблиці, тобто ті, які продемонст-

рували набагато менше падіння в кризові періоди, ніж індекс SP500. Виходячи з аналізу розподілу ряду, відберемо акції зі значенням евклідової відстані в інтервалі.

Таблиця 4

Евклідові відстані між акціями групи споживчих товарів і індексом SP500

Обєкт	Евклідові відстані
WBA UW Equity	12
PEP UW Equity	15
PM UN Equity	19
KHC UW Equity	23
…	…
SJM UN Equity	82
MNST UW Equity	92
GIS UN Equity	92
ADM UN Equity	94
STZ UN Equity	96
MO UN Equity	101
HSY UN Equity	103
HRL UN Equity	103
CHD UN Equity	106
MKC UN Equity	106

Розглянемо галузь комунальних послуг (S & P 500 COMMUNICATION SERCES). На рис. 6 представлена структура галузі в просторі двох показників - коефіцієнта кореляції з індексом SP500 і приросту ціни за весь період.

Як бачимо, тут також можна виділити три групи акцій в залежності від показника приросту ціни. Акції тільки однієї компанії показали приріст ціни, менший ніж 100% (AES UN Equity). Акції двох компаній продемонстрували зростання, яке перевищує 1000% (WEC UN Equity і NEE UN Equity).

Евклідові відстані для цієї групи акцій коливаються в інтервалі від 21 до 94. Виходячи з характеру розподілу ряду, для подальшого аналізу відібрано акції зі значеннями в інтервалі від 68 до 94.

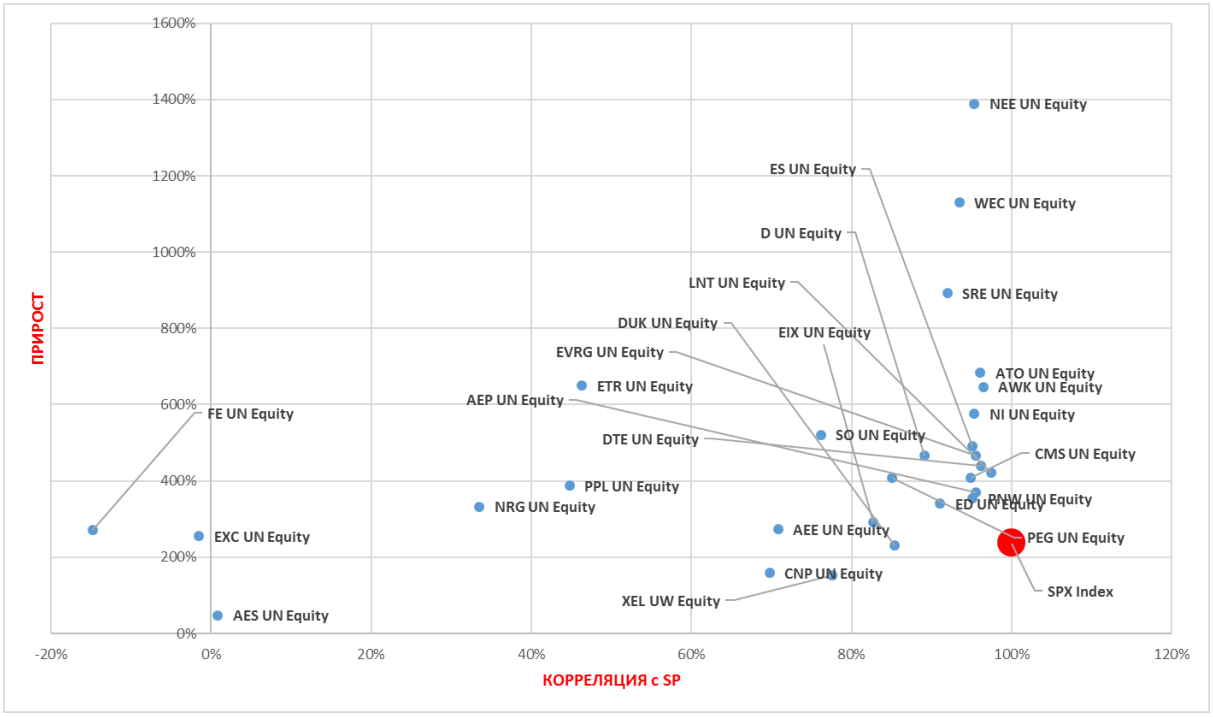


Рис. 6. Позиціонування акцій в двовимірному просторі (комунальні послуги)

Розглянемо галузь охорони здоров'я (S & P 500 HEALTH CARE). На рис. 7 представлена структура галузі в просторі двох показників – коефіцієнта кореляції з індексом SP500 і приросту ціни за весь період. У цій галузі підмножина акцій, що показали зростання більше 1000%, має набагато більшу розмірність в порівнянні з галузями споживчих товарів і комунальних послуг.

Евклідові відстані для цієї групи акцій коливаються в інтервалі від 2 до 149. Виходячи з характеру розподілу ряду, для подальшого аналізу відібрано акції зі значеннями в інтервалі від 90 до 149.

Таким чином, в якості елементів захисного портфеля відібрані акції трьох галузевих напрямків. В галузі споживчих товарів обрані 8 інструментів: MNST UW Equity, GIS UN Equity, ADM UN Equity, STZ UN Equity, MO UN Equity, HSY UN Equity, HRL UN Equity, CHD UN Equity і MKC UN Equity. В галузі комунальних послуг відібрано 5 інстрментов: WEC UN Equity, ED UN Equity, SO UN Equity, AES UN Equity і FE UN Equity. З галузі охорони здоров'я відібрано 10 інструментів: COO UN Equity, ALXN

UW Equity, MCK UN Equity, HUM UN Equity, MYL UN Equity, UNH UN Equity, ILMN UW Equity, UHS UN Equity, STE UN Equity і ABC UN Equity.

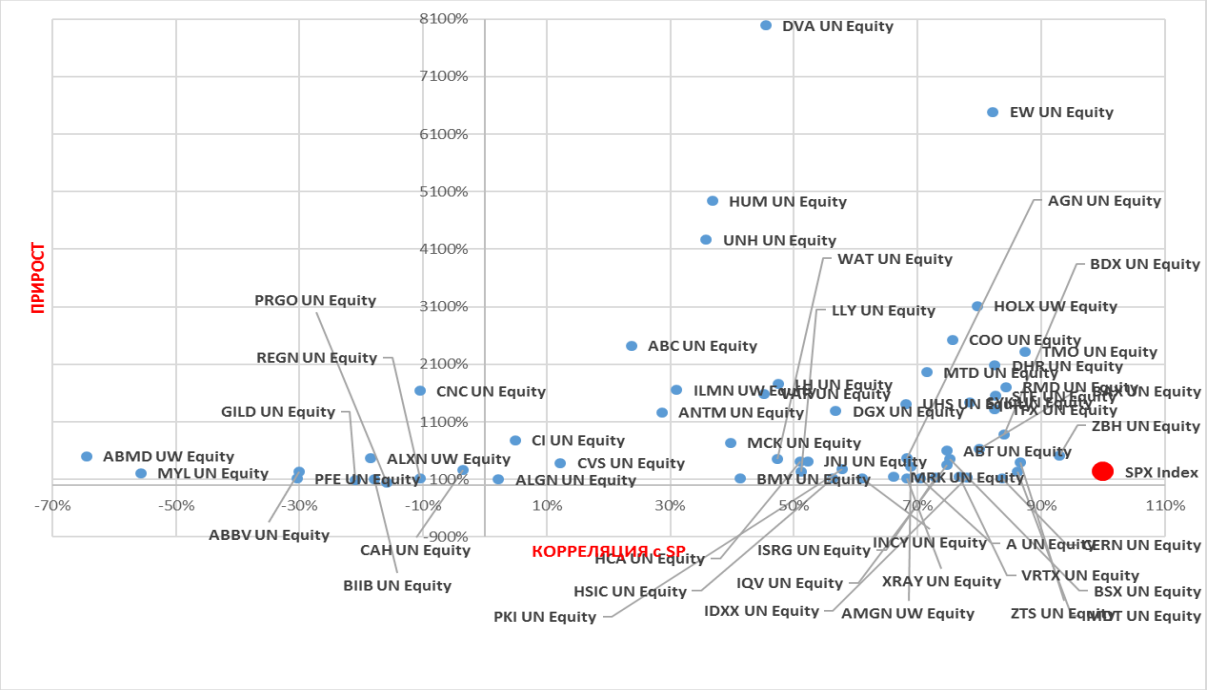


Рис. 7. Позиціонування акцій в двовимірному просторі (охорона здоров'я)

Відповідно до запропонованого в роботі алгоритму, подальше дослідження повинно бути пов'язане з проведенням порівняльного фінансового аналізу відібраних компаній, що можливо призведе до скорочення наведеного вище списку. Після цього необхідно буде провести розрахунки поведінки сформованого портфеля на ретроспективних даних, а також визначити точки входу для кожного активу.

ГЛАВА 3
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

3.1. Машинне навчання адаптивного пошуку оптимальної стратегії підвищення цінності бренду

Сьогодні економіка швидко змінюється, тому вплив бренду на додану вартість, іноді може грати не тільки важливу, але і фундаментальну роль. Через це, кожне сучасне підприємство, яке хоче бути конкурентним на ринку, повинне мати стратегію розвитку свого бренду.

Розвиток бренду межує з різними цілями: збільшення доданої вартості, маніпулювання з франшизою тощо. Для кожної з цілей можна вибрати метод і застосувати його, але іноді дуже важко визначити мету, критерії оцінки, і загальний об'єкт оцінки для отримання бажаного результату [4, 5, 6].

У світі є багато досліджень щодо розробок методики розвитку брендів, визначення їх вартості, підвищення доданої вартості продукції або послуги, але не один з цих методів не став еталонним. Так само, особливою проблемою є саме поняття бренду, чинників, які впливають на його формування.

Сучасна тенденція масового впровадження машинного навчання в будь-яку зі сфер життєдіяльності людини обумовлена розвитком комп'ютерних потужностей, дозволяє розробляти методики збільшення доданої вартості компаній і впроваджувати їх. Наприклад, застосовуючи теорію ігор і машинне навчання, можна створити систему, завданням якої є генерація порад, визначення ресурсів для отримання бажаного результату щодо збільшення вартості бренду, додаткової вартості продукції. Навчання системи функціонування бренду може здійснюватися завдяки застосуванню методів машинного навчання: «Навчання з підкріпленням» і «Класифікація» [3, 7].

Так, для більш точних результатів, бренди можна розділити на умовні категорії за їх призначенням, способом отримання прибутку і структури. Можна виділити такі види бренду: компанія, продуктовий бренд, сервісний бренд, бренд холдингу, особистий бренд, музичний бренд (музична група, ім'я музиканта), бренд події, географічний бренд, соціальний бренд, бренд некомерційної організації, бренд політичної компанії.

Потреба в розподілі брендів на категорії, обумовлена відмінністю вхідних параметрів, які дуже сильно впливають на якість розрахунків. Наприклад, щоб настроїти музичний бренду або політичний необхідно розглянути безліч факторів і показників. Так, політичний бренд може включати такі показники: кількість штабів, кількість зустрічей з громадянами, кількість учасників партії, обсяг витрачених коштів на розвиток партії. Музичному бренду не потрібні показники, які відповідають політичному бренду. Але він має свої унікальні показники, як кількість концертів.

Кожен з видів брендів прагне до стану, який має відповідати рівномірному розвитку всіх областей бренду. Такий стан в концепції, розробленої для навчання системи називається врівноважений бренд.

Багатокутник врівноваженого бренду – концепція врівноваження вкладень ресурсів у різні сфери брендингу для отримання максимального результату.

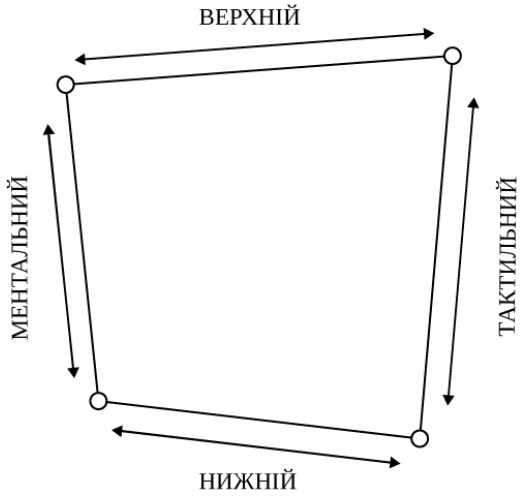


Рис. 1. Бренд в динаміці, графічно зображений за концепцією врівноваженого бренду

Кожен параметр впливає на дві точки в багатокутнику. Верхній бренд є протилежністю нижнього бренду і при збільшенні значення верхнього бренду, значення нижнього зменшується.

Верхній бренд – брендинг, який спрямований на споживачів, інвесторів, партнерів і є способом донесення свого бренду для зовнішнього споживача.

Нижній бренд – брендинг, який спрямований на внутрішню складову суб'єкта. Це можуть бути співробітники, персонал, керівництво.

Ментальний бренд – частина бренду, яка відповідає за філософію, місію, цілі і всі частини бренду, які є нематеріальними і які не підлягають кількісній оцінці.

Тактильний бренд – частини бренду, які можна використовувати: технології, предмети бренду, патенти і т.п.

Максимальна продуктивність бренду досягається однаковим співвідношенням кожної зі сторін, тобто утворення квадрату з багатокутника.

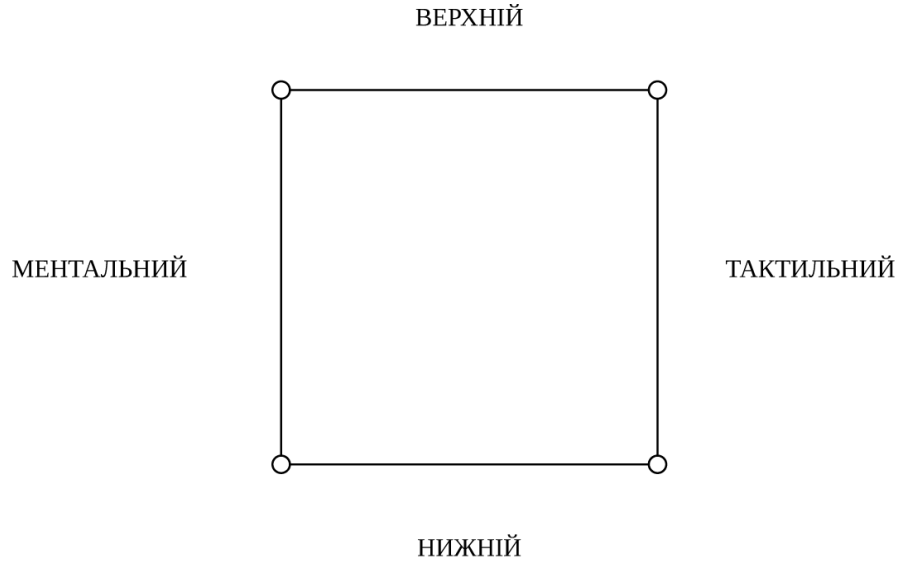


Рис. 2. Ідеальний, врівноважений бренд, графічно зображений за концепцією врівноваженого бренду

Співвідношення сторін, визначається набором балів, які розраховуються з використання безлічі факторів. Для кожного з типів брендів, розвиток факторів по-різному впливають на кінцевий результат. Пропорції,

необхідні для досягнення врівноваженого бренду, так само є різними, для кожного з типів брендів.

Основні результати дослідження. Послідовність роботи системи, в основі якої знаходиться машинне навчання, можна розділити на три етапи: означення типу бренду з використанням навчених нейронних мереж, для точного визначення типу за вхідними параметрами, навчання його і знаходження кращої стратегії, застосування знань машинного навчання на заданий бренд.

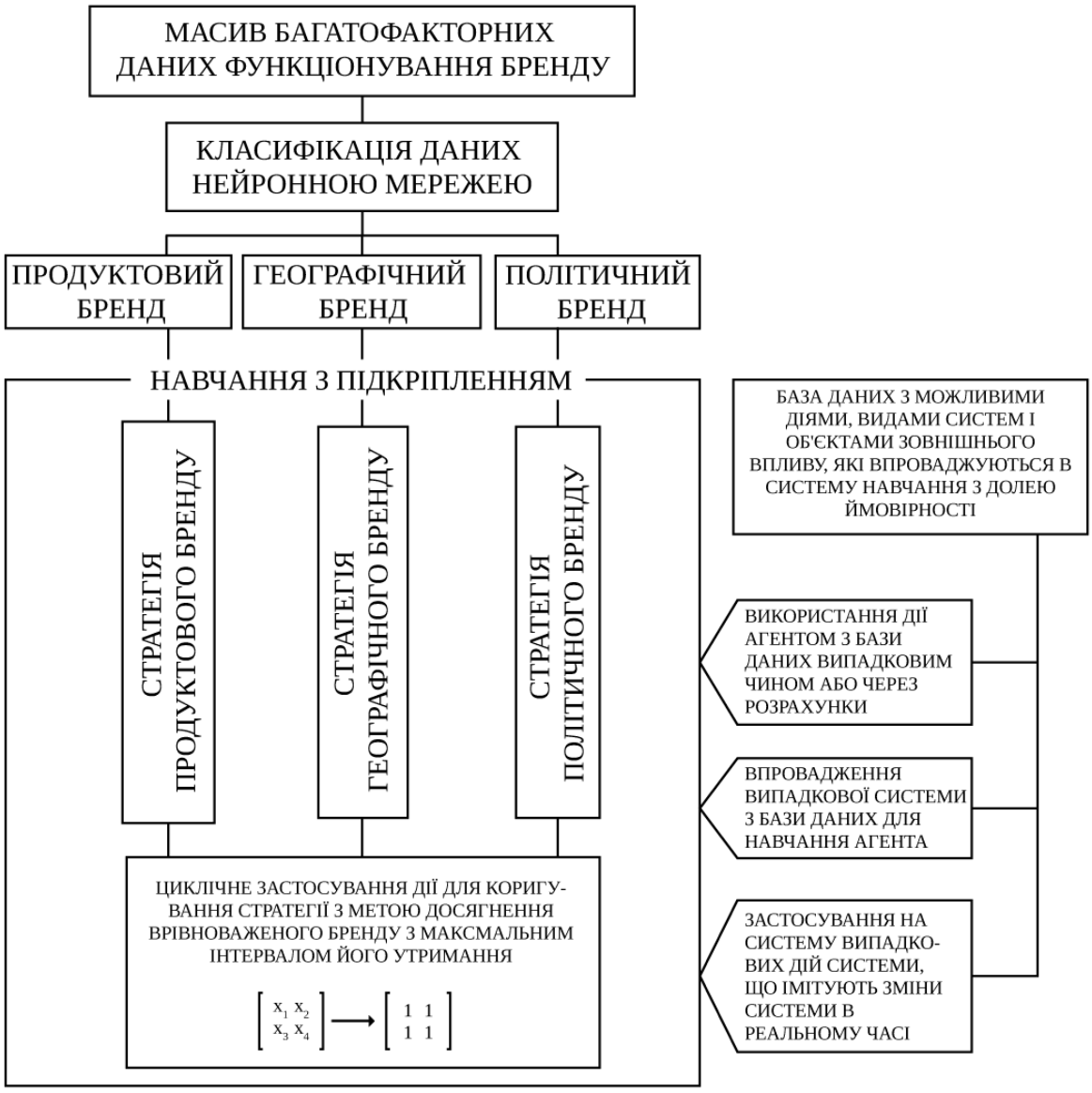


Рис. 3. Концепція машинного навчання адаптивного пошуку оптимальної стратегії підвищення цінності бренду

Першим етапом буде класифікація бренду і визначення його належності до одного з типів брендів. Це потрібно, бо дії, які можуть здійснювати оцінювання бренду і події, що виникають в системі по-різному впливають на різні типи брендів.

Другий етап складається з навчання та застосування машинного навчання, для отримання найбільш оптимальних процесів розвитку бренду. Для цього ми використовуємо «Навчання з підкріпленням», а саме Q-learning.

Агент і середовища грають ключові ролі в алгоритмі навчання з підкріпленням. Середовище – це той світ, в якому доводиться виживати Агенту. Крім того, Агент отримує від Середовища підкріплюючі сигнали (винагороду): це число, що характеризує, наскільки хорошим або поганим можна вважати поточний стан світу. Мета Агента – максимізувати сукупну винагороду, так званий «виграш» [3, 7].

В цілому, можна виділити наступні елементи в навчанні:

1. Стан – це повний опис світу, в якому не втрачено жодного фрагмента інформації, що характеризує цей світ. Це може бути позиція, фіксована або динамічна. Як правило, такі стани записуються у вигляді масивів, матриць або тензорів вищого порядку.

2. Дія зазвичай залежить від умов навколишнього середовища, і в різних середовищах агент буде робити різні дії. Безліч допустимих дій агента записується в просторі, іменованому «простір дій». Як правило, кількість дій в просторі означено.

3. Середовище – місце, в якому агент існує і з яким взаємодіє. Для різних середовищ використовуються різні типи винагород, стратегій, тощо

4. Винагорода і виграш: Відстежувати функцію винагороди R при навчанні з підкріпленням потрібно постійно. Вона критично важлива при налаштуванні алгоритму, його оптимізації, а також у разі припинення навчання. Вона залежить від поточного стану світу, тільки що зробленого дії і наступного стану світу.

5. Стратегії – це правило, відповідно до якого агент обирає наступну дію. Набір стратегій також іменується «мозком» агента.

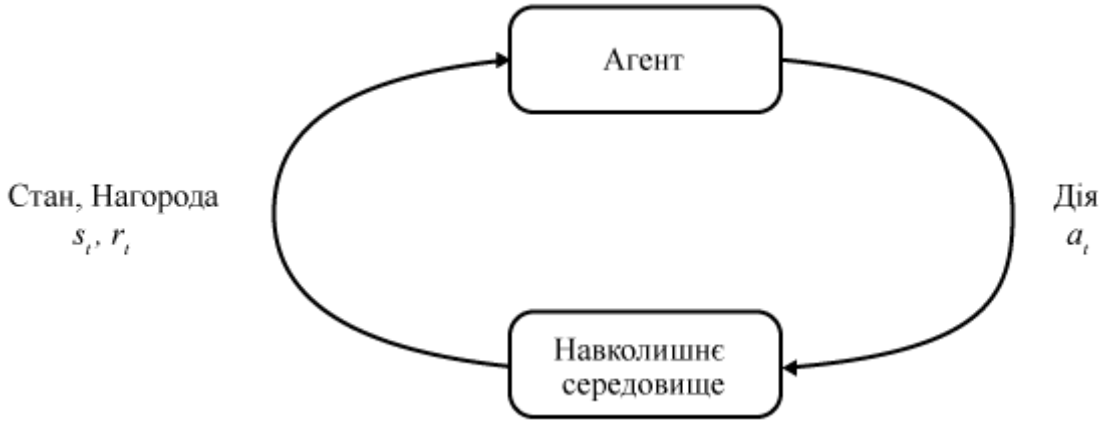


Рис. 4. Цикл взаємодії агент-середовище

Навчання з підкріпленням підтримує автоматизацію в тому середовищі, де воно впроваджено. Агентом в навчанні виступає бренд, а метою навчання виступає досягнення врівноваженого бренду. Щоб навчити систему адаптувати під різні випадки і давати ефективні поради, ззовні в навчання будуть надходити змінні дані, а саме: зміна системи під час впливу зовнішніх факторів. Відповідно, агент випадковим чином вибирає управлінські дії з бази даних на адаптацію ситуації[3, 7].

Середовище винагороджує агента в процесі поступового навчання за те, що в конкретному стані він робить найбільш оптимальний крок. Спираючись на таблицю винагород, він вибирає наступну дію залежно від того, наскільки вона корисна, а потім оновлює ще одну величину, іменовану Q-значенням. В результаті створюється нова таблиця, так звана Q-таблиця, яка відображається комбінацією (Стан, Дія). Якщо Q-значення виявляються кращими, то отримуються більш оптимізовані винагороди. Q-величини ініціалізуються з випадковими значеннями, і в міру того, як агент взаємодіє з середовищем і отримує різні винагороди, роблячи ті чи інші дії, Q-значення оновлюються у відповідності з наступним рівнянням[1, 2]:

$$Q(s,a) \leftarrow (1-a)Q(s,a) + \alpha(r + \gamma \max Q(next\ s, all\ a)),$$

де альфа – це темп навчання, гамма – це дисконтований множник.

Обидва значення можуть бути в діапазоні від 0 до 1, а іноді дорівнюють одиниці. Гамма може дорівнювати нулю, а альфа - не може, оскільки значення втрат при оновленні має компенсуватися (темп навчання - позитивний). Альфа-значення тут також, як і при навчанні з вчителем. Гамма визначає, яку вагомість ми хочемо надати винагородам, які очікуються в перспективі.

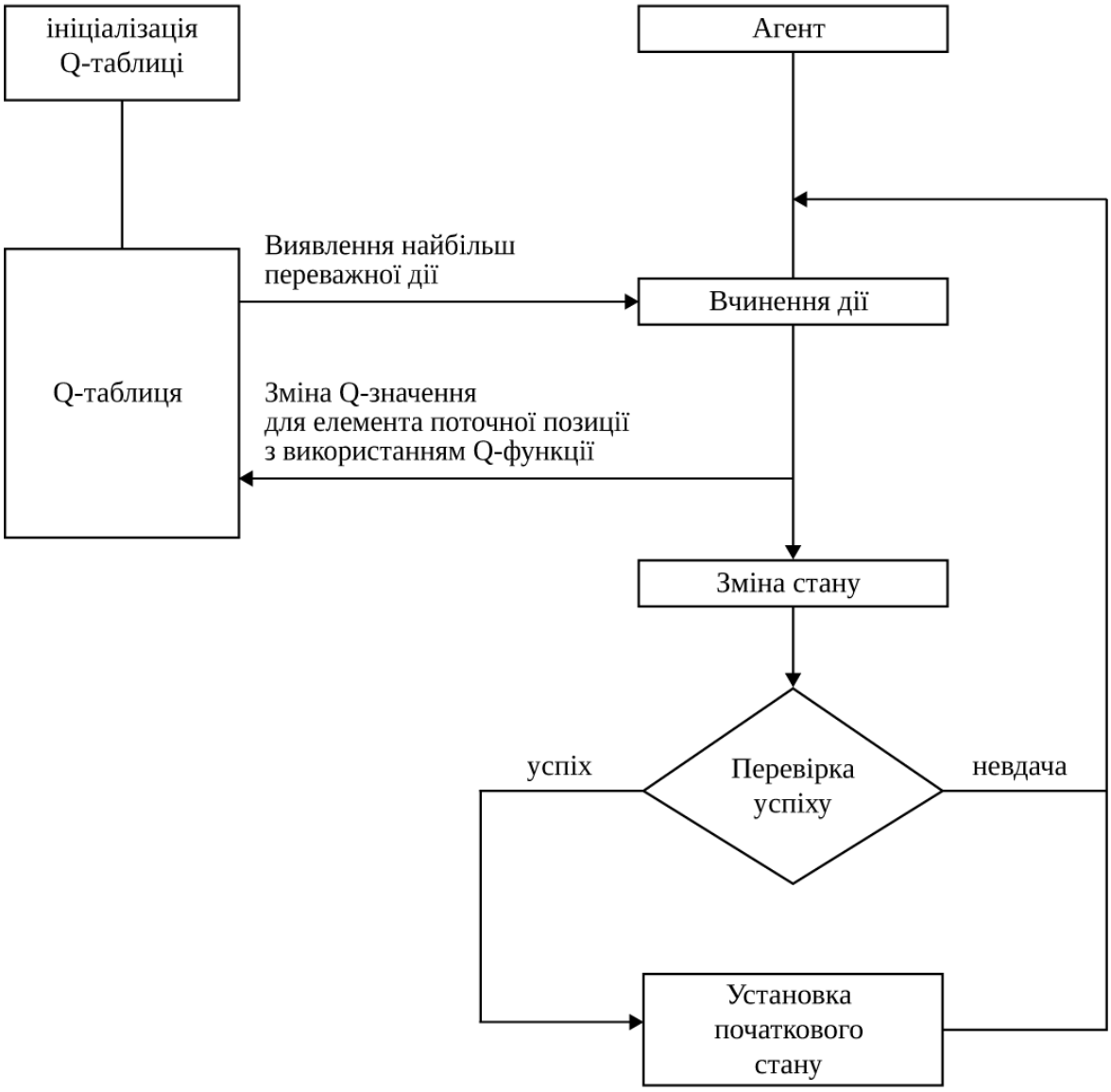


Рис. 5. Алгоритм Q-learning

Навчання можна розділити на умовні кроки:

1. Ініціалізація Q-таблиці.

Для роботи системи застосовується матриця, сторони якої дорівнюють кількості можливих дій і кількості можливих станів, який може прийняти агент. Стан агента залежить від цілей, які переслідує система. Якщо врахувати, що нашою метою є матриця з 4 елементів і прийняти той факт, що кожен з елементів може приймати значення в діапазоні від 0 до 1 з кроком в одну десяту, то Q-таблиця буде складатися з 104857 елементів.

```
const float ACTION_COUNT = 6000;
const float STATE_COUNT = 104857;
QTable qTable = new QTable(COUNT,STATE_COUNT);
QSystem.GetInstance().table = qTable;
```

2. Реакція агента на навколишнє середовище.

Агент, маючи дані про своє становище і поточний стан системи (к-значень) може вчинити дію. Однак, може бути похибка, яка повинна враховуватися, якщо мету можна досягти декількома шляхами. Припустимо, що агент досягає врівноваженості бренду за 10 кроків і успішно утримує даний стан. Однак, система має рішення щодо досягнення врівноваженості за 5 кроків, але через те, що першим було знайдено рішення з 10 кроків, більш оптимізоване рішення ніколи не буде знайдено. Для цього застосовується жадібна політика Епсілон, яка знижує цінність минулого досвіду. Таким чином, все ще пріоритетні кроки залишаться, але вони дозволять нам знаходить інші шляхи урівноваження бренду, якщо вони є більш оптимізованими.

```
const float EPSILON_VALUE = 0.1;
if(floatRand(0,1)<VALUE)
{ QAction action = QSystem.GetInstance().GetAction(rand() % 6000 + 1); }
else
{ QAction action = QSystem.GetInstance().GetAction(agent); }
```

3. Переходимо до наступного стану за результатами попереднього дії

```
QActionInformation actionInformation = QSystem.Step(action);
```

4. Оновлюємо значення Q-таблиці відповідно до викладеного вище рівняння.

```
const float LEARNING_RATE = 0.5;
float qTarget = actionInformation.reward + 0.9 *
QSystem.GetInstance().GetMax(actionInformation.nextAction);
float qError = qTarget - QSystem.GetInstance().table[agent.state][action];
QSystem.GetInstance().table[agent.state][action] +=
LEARNING_RATE * qError;
```

5. Перетворюємо наступний стан в даний.

```
agent.state = actionInformation.state;
```

Метою навчання є досягнення врівноваженого бренду за концепцією: «Багатокутник врівноваженого бренду».

Маючи алгоритм навчання, мету і базу даних можливих дій, приступаємо до навчання системи. Однак, дії, які може зробити бренд досить абстрактні в області визначення їх цінностей для бренду. Тобто, оцінити вплив бренду на врівноваженість бренду досить важко і для досягнення найкращого результату він має неперервно вдосконалюватися.

Для вдосконалення цього процесу можна застосувати такі дії:

1. Реагування і порівняння результатів дій в системі і аналогічних дій в реальних системах розвитку брендів. В цьому випадку завданням експерта є неперервні порівняння і коригування впливу дій на бренд.

2. Опитування споживачів з приводу кожного пункту поліпшення бренду. Складність даного підходу полягає в обсязі зібраних даних. Даний підхід має на увазі не тільки опитування про кожну дію по конкретному підтипу бренду, але і врахування особливостей системи, в якій знаходиться споживач.

Кожна з дій має бути пов'язана одна з одною і застосування однієї дії поперед іншою повинно враховувати наслідки їх впливу на бренд і систему. Подібна спадковість дій повинна бути врахована в розрахунках більшої точності оцінювання і для зменшення кількості дій, які призводять до бажаного результату, але допускають негативний вплив на бренд на шляху його розвитку.

Отже, досконалою система стане, коли участь у розвитку даної системи будуть приймати безліч агентів, у них буде можливість взаємодії і впливу на систему. В такому випадку, можна буде поглянути на моделювання економічних відносин по-іншому і розглядати метод оцінювання цінності бренду як безперервний процес, створеного штучного інтелекту.

Висновки. Методологія розвитку бренду, за допомогою системи, в основі якої лежить машинне навчання дозволяє абсолютно інакше задіяти ресурси для розвитку бренду і якісно поліпшити його позицію серед конкурентів, приймати управлінські рішення маючи більш точні прогнози.

Системна методологія розвитку бренду проста у використанні і застосуванні, швидше адаптується до змін, ніж експерт, і при точних вихідних даних не допускає помилок.

Поради, одержувані в результаті, доступні у вигляді переліку дій, які повинні здійснюватися брендом для досягнення мети.

Але в даному випадку, метою є не одноразове збільшення вартості бренду, а його стабілізація і використання ресурсів на розвиток бренду з урахуванням його врівноваженості, для підвищення ефективності бренду.

З огляду на тип бренду, систему, в якій він знаходиться, за рахунок мети, яку машинне навчання досягає, запропонована концепція універсальна у використанні для брендів різних вартостей і рівня розвитку.

Слід зауважити, що подібна система машинного навчання для збільшення вартості бренду, при обліку обчислень високої точності задіють велику кількість обчислювальних ресурсів і застосування даної концепції має бути націлене на використання технологій наступного рівня, або з використанням хмарних технологій. Ці труднощі Р. Беллман назвав прокляттям розмірності [1, 2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Беллман Р. Динамічне програмування, М .: Изд-во Иностранная литература, 1960. – 400 с.
2. Беллман Р., Калаба Р. Динамічне програмування і сучасна теорія управління, Пер. з англ. – М .: Наука, 1969. – 119 с.
3. Гудфеллоу Я., Бенджі І., Курвілль А. Глибоке навчання / пер. з анг. А. А. Слинкина. – 2-е изд., Испр. – М .: ДМК Пресс, 2018. – 652 с .: цв. мул.
4. Дойль П. Маркетинг, орієнтований на вартість / П. Дойль. – СПб .: Пітер, 2001. – 480 с.
5. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент / Ф. Котлер, К. Л. Келлер. – [12-е изд.]. – СПб .: Пітер, 2006. – 816 с.
6. Коупленд Т., Колер Т., Мурин Д. «Вартість компаний: оцінка та управління». – втор. изд., стер. / Пер.с англ. – М.: ЗАТ «Олімп-Бізнес», 2002.
7. Річард Саттон, Ендрю Барто – Навчання з підкріпленням, 2017.

3.2. Комплекс моделей оцінювання знань у системах дистанційного навчання

Персоналізація та адаптація навчального процесу є важливим критерієм сучасного освітнього процесу. Реалізація цих принципів є можливою завдяки використанню усіх новітніх технічних досягнень у сфері телекомунікаційних технологій і мережі Інтернет.

Застосування інтерактивних технологій в освіті не лише підвищує творчий і інтелектуальний потенціал студентів за рахунок самоорганізації, прагнення до знань, уміння взаємодіяти з комп'ютерною технікою і самостійно приймати рішення, але і формує компетентного фахівця з необхідною предметною орієнтацією. Адаптивні інтерактивні технології набуття та оцінювання знань дають можливість кожному студентові отримати об’єктивний результат щодо набутих знань, індивідуалізувати свій процес навчання, здійснювати самоконтроль.

Мета освіти повинна походити від самого студента, а зміст і оцінка результатів – від освітньої системи (навчальний заклад, навчальні матеріали і науково-педагогічні працівники). Проте сучасна динаміка потреб суспільства та ринку праці вимагає поліпшення освітнього процесу використанням новітніх технічних і програмних рішень.

Сучасна система освіти пропонує декілька форм її здобуття: очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева, екстернатна, сімейна (домашня), педагогічний патронаж, здобуття освіти на робочому місці та дуальна [1]. На відміну від класичних форм навчання, дистанційна найбільше відповідає сучасному рівню розвитку суспільства – здійснюється з використанням усіх новітніх технічних досягнень у сфері телекомунікаційних технологій і мережі Інтернет.

Під дистанційним навчанням розуміється індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених

один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій [2].

Система дистанційного навчання (СДН) – це система (програмний додаток) для адміністрування, документації, відстеження, звітування та надання навчальних матеріалів із забезпеченням спільного доступу [3].

До переваг СДН належать сумісність, доступність, багаторазовість, довговічність, технічні можливості, адаптивність, підтримка різних форматів контенту, актуальність, простота та адекватність оцінювання [4], проте наявні і недоліки, наприклад, вимоги то технічної інфраструктури, викладачі повинні інтегрувати навчальні матеріали до СДН, можливе збільшення навантаження на викладачів [5]. Широкий спектр функціональних можливостей систем дистанційного навчання дозволяє задовільнити потреби сучасних навчальних тенденцій, значно поліпшити швидкість, комфорт та якість навчання.

Проблемам впровадження дистанційних форм навчання присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених таких як Ю.К. Бабанський [6], В.П. Беспалько [7], Д.А. Данилов, Ф.Д. Товарищева, А.М. Ніколаєв [8] та В.С. Пономаренко, Т.С. Клебанова, Р.М. Яценко [9]. Можливості використання СДН Moodle проаналізовано у працях В. В. Гавриленко, В. Д. Попенко, О. Є. Сокульського, О. А. Шумейко [10], В. П. Сергієнко, В. М. Франчука, Л. О. Кухар, О. В. Галицького, П. В. Микитенко [11], В. П. Степанов, Є. В. Пономаренко [12], С. Г. Шило [13]. Підходи до побудови адаптивного оцінювання знань проаналізовано у працях П.І. Федорук [14], Л.В. Зайцева, Н.О. Прокофьєва [15] та К.С. Навроцька, Д.Х. Штофель, С.В. Костішин, В.І. Макогон [16]. Проте аналіз праць вказаних дослідників дав змогу виявити, що питання технічного розроблення адаптивної системи оцінювання знань у системах дистанційного навчання не було здійснено.

У дослідженні пропонується комплекс моделей оцінювання знань, загальну схему якого наведено на рис. 1. Він має 4 функціональних блока.

Кожен блок має своє завдання у навчальному процесі – формування елементів знань, їх набуття, оцінка отриманих знань і підвищення якості навчального процесу.

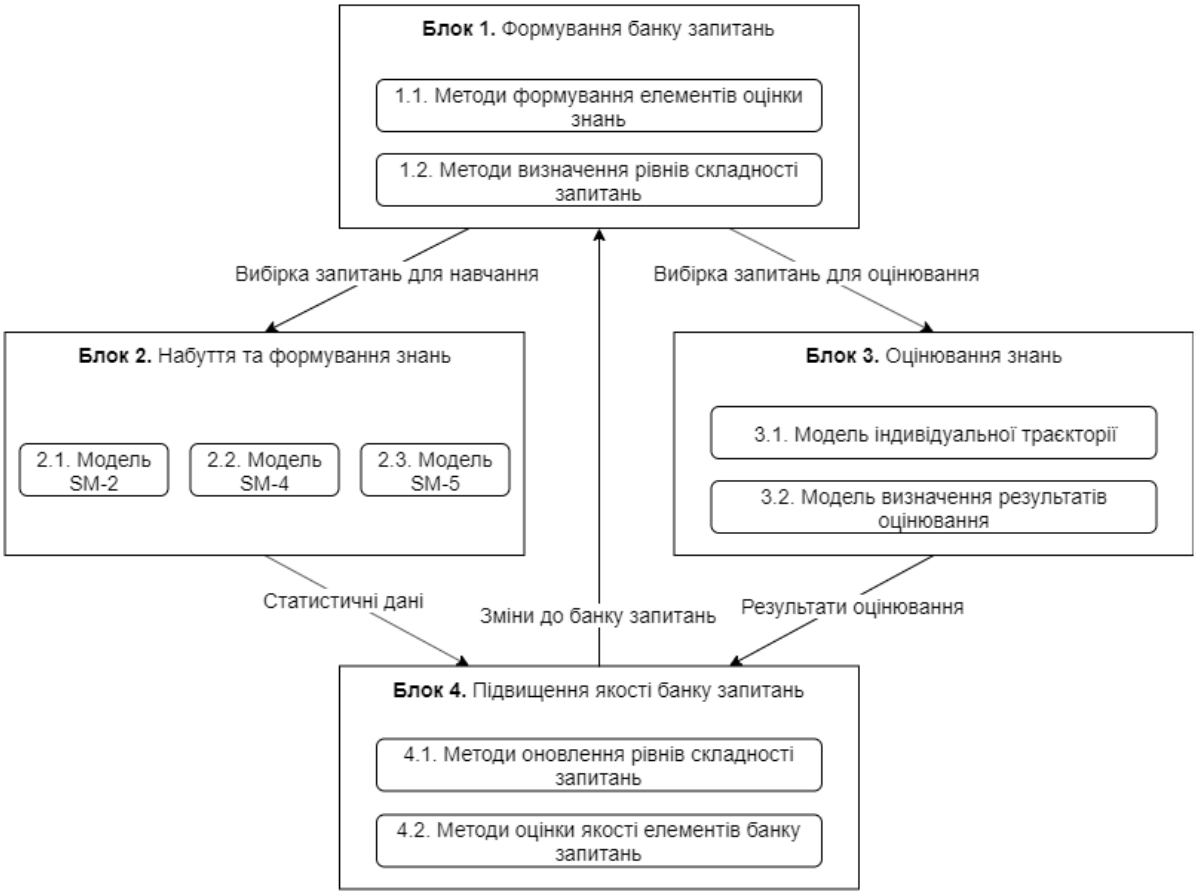


Рис. 1. Загальна схема комплексу моделей оцінювання знань

Блок 1. Формування банку запитань містить методи формування елементів оцінки знань і методів визначення рівнів складності запитань. Цей етап характерний формуванням загального банку запитань тестування, який розбивається на дві вибірки – для навчання та для оцінювання. Формування елементів оцінки знань відбувається у відповідності до завдань навчальної дисципліни, проте варто виділити загальні рекомендації:

елемент оцінювання повинен бути малим та односкладним, тобто направленим на оцінювання неподільної одиниці знань;

категоризація та поділ за темами дозволяє поліпшити навігацію та комбінування цілей оцінювання;

чітке та однозначне формулювання запитання та відповідей за їх наявності;

використання елементів візуалізації задля поліпшення сприйняття студентом, наприклад, схеми, таблиці, спеціалізовані інструменти для верстання формул, інфографіку і т.д..

Формування окремих вибірок для навчання та оцінювання дає змогу студенту засвоїти певну множину знань, а потім оцінити свої здібності, використовуючи інший набір запитань. Такий підхід надає можливість як навчити студента, так і об'єктивно оцінити його рівень знань. Реалізація такого підходу може відбуватися наступним чином:

поділ загального банку запитань у певному відношенні, наприклад, 9 до 1 – 90% на навчання, а 10% на оцінювання;

поділ з урахуванням рівнів складності: або простіші для навчання, а складніші для оцінювання, або створення аналогічних за розподілом рівнів складності комплектів запитань, аби процес оцінювання знань був схожим на навчання.

Для визначення рівнів складності елементів пропонується використовувати метод логіт-шкалювання, який базується на конвертації ймовірності успішного проходження елементу тестування у рівень складності за наступною формулою:

$$d_i = \ln(\frac{100-p_i}{p_i}),$$

де d_i – рівень складності і-го запитання;

p_i – відсоткова ймовірність успішного проходження і-го запитання.

Отримані рівні складності будуть у межах від -5 (найпростіші запитання) до 5 (найскладніші). Задля зручнішого використання отриманих значень можна поправити їх на зміщення зі значенням 5, аби отримати шкалу від 0 до 10. Цей спосіб призначений для повної автоматизації процесу визначення складності запитань. Він дає змогу отримати точніші значення рівня складності.

До недоліків цього способу варто віднести те, що він погано показує себе на малих банках запитань і чутливий до нестачі статистичних даних. Формування банку запитань відбувається заздалегідь та потребує певної статистики стосовно проходження його елементів. Варто періодично модифікувати рівні складності елементів банку запитань, отримуючи більше і більше статистичних даних, наприклад, після кожної сесії тестування.

Блок 2. Набуття та формування знань реалізується за допомогою моделей, що сформовано методами інтервального повторення банку запитань для навчання. Методи інтервального повторення дозволяють ефективно набувати та формувати знання, максимізуючи стабільність пам'яті та мінімізуючи витрати часу завдяки оптимальним інтервалам повторення.

Однією з найважливіших проблем сучасного навчання є проблема забування. Вона полягає у тому, що незабаром після вивчення нового матеріалу ми пам'ятаємо лише невелику його частину. Чим менше у нас шансів повторювати те, що ми вивчили, тим більша швидкість стирання нових набутих знань з нашої пам'яті. Давно відомо, що «repetitio est mater studiorum» (лат.: «повторення є мати навчання»). Інакше кажучи, найкращим способом запам'ятовування є повторення вивченого матеріалу. Тим не менш, ми можете стикатись з розчаруванням, коли нам доводиться повторювати старі елементи у той час, як наші викладачі чи керівники також хочуть, щоб ми дізнавались якомога більше нового матеріалу [17].

Проблематичним є знаходження часу на засвоєння нового матеріалу та повторення пройденого Зазвичай, ми знаходимо проміжне рішення. Більшість часу ми витрачаємо на вивчення нової інформації, забуваючи те, що вивчили раніше, та повторюємо лише той матеріал, що є необхідним для поточних іспитів та інших ситуацій. Результат такого підходу до навчання є катастрофічним. Більшість часу витрачається дарма, так як значну частину вивченого ми забуваємо. Безумовно, ми покращуємо загальне розуміння вивченого матеріалу, але розуміння також базується на спогадах і є однаково нестабільним. І те, коли ми безповоротно втратимо переважну частину своїх інвестицій у навчання є лише питанням часу.

Сучасне навантаження не дозволяє повною мірою повторювати те, що ми вивчили раніше. Освітні системи у всьому світі штрафують тих, хто не засвоює новий матеріал. Ми потрапляємо у безглузду ситуацію: швидко вивчаємо новий матеріал, проходимо атестацію (контрольна робота, іспит), а потім починаємо вивчати наступний, забуваючи попередній. Вирішенням цієї проблеми може стати інтервальне повторення, яке значно скорочує час, необхідний для повтору вивченого матеріалу. Це повинно вирішити доволі значну частину проблем із навчанням.

Інтервальне повторення (англ. spaced repetition) – це метод навчання, що базується на обчисленні оптимальних інтервалів, які повинні відокремлювати засвоєння кожного індивідуального елементу знань для забезпечення високого рівня збереження у пам’яті [18].

Оптимальний інтервал – це ідеальний період часу для відокремлення засвоєння знань. Він використовується для максимізації ефекту запам’ятовування. У практичному використанні, збереження знань повинне бути головним критерієм оптимізації. У більшості випадків, термін «оптимальний інтервал» означає інтервали, у результаті яких індекс забування досягає 10% [19].

Оптимальні інтервали розраховуються на основі двох суперечливих критеріїв:

інтервали повинні бути максимально довгими, щоб отримати мінімальну частоту повторень та найкращим способом використати так званий інтервальний ефект, котрий говорить про те, що інтервали між повтореннями повинні доходити до певної межі, щоб досягти найсильнішого запам’ятовування;

інтервали повинні бути короткими, щоб гарантувати, що знання все ще залишаються у пам’яті.

На практиці ці два критерії перетворюються на наступний: під час вивчення інтервали повинні становити таку кількість часу, яка є необхідною для того, щоб обрана невелика кількість знань була забута. Ця пропорція, що називається індексом забування, може коливатися від 3% (для

більш повільного та ретельного запам’ятовування) до 20% (для більш швидкого навчання, що характеризується більш низьким рівнем утримання знань).

Індекс забування – це частка елементів знань, які не будуть відкладатись у пам’яті під час циклу повторення, яка виражена у відсотках. Тобто якщо індекс забування становить 10%, то можна вважати, що 90% матеріалів, які було пройдено за цикл засвоєння, буде збережено у пам’яті. Цей індекс використовується для формування щоденного циклу засвоєння елементів знань, тобто може бути не запам’ятовано саме таку частку знань під час циклу засвоєння [20].

Такий підхід може допомогти значно покращити процес навчання, зменшивши витрати часу та підібравши оптимальні інтервали для повернення до пройденого матеріалу, аби мінімізувати наслідки проблеми забування.

Набуття та формування знань у Блоці 2 комплексу моделей реалізується за допомогою моделей, в основі яких лежать SM-алгоритми інтервального повторення [21]. Одна з SM-2, SM-4 та SM-5 моделей призначається студенту на увесь період навчання. Вибір моделі відбувається випадково. Такий підхід було обрано заради перевірки на практиці кожної моделі з метою виявлення найліпшої. На рис. 2 зображено загальну схему навчання з використанням методу інтервального повторення, яка лежить у основі всіх моделей SM.

На рис. 3 зображено етап формування послідовності запитань на сесію навчання, який однаковий для всіх моделей SM. Він полягаю у наповнені послідовності запитань певної довжини елементами для повторення або новими для вивчення. Розмір послідовності визначається викладачем, бажано встановити цей параметр у розмірі 15-20 елементів, аби студенти могли ефективно провести сесію навчання. Набір запитань спочатку наповнюється елементами на повторення, а якщо таких нема, то новими. Пошук запитання для повторення відбувається відповідно до значення інтер-

валу повторення, який було визначено після опрацювання нового запитання. Кількість формування та опрацювання сесій навчання є необмеженою.

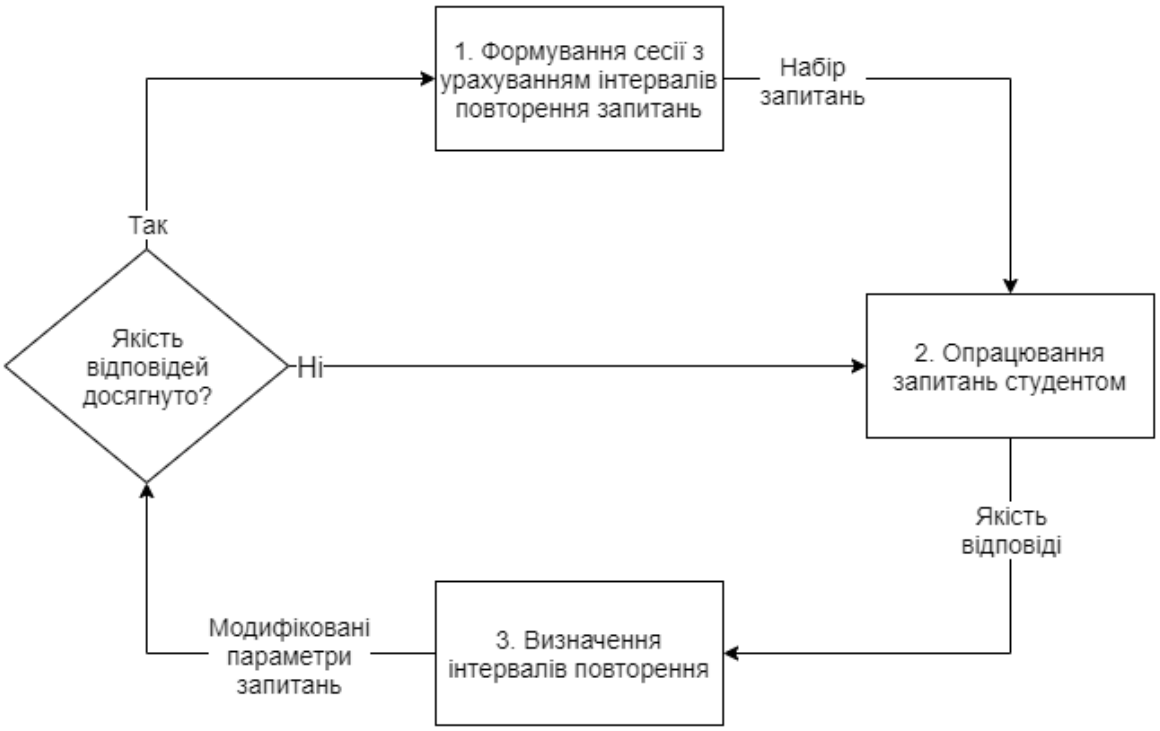


Рис. 2. Загальна схема навчання за методом інтервального повторення

Видача та проходження запитань відбувається у будь-який зручний спосіб для викладача та студента. Проте варто зазначити, що автоматизація всього процесу навчання дозволяє не тільки не турбуватись стосовно обрахунків оптимальних інтервалів повторення та зберігання допоміжної інформації для навчання, а також приділити більше часу на поліпшення якості наповнення – банку запитань.

Блок 3. Оцінювання знань побудовано із застосуванням моделі індивідуальної траєкторії та моделі визначення результатів оцінювання. Важливим етапом навчання є оцінка набутих знань, умінь і навичок особи, що навчається. Існує два підходи для цього – традиційний, що склався історично, якому притаманна велика ймовірність присутності суб'єктивної точки зору викладача та значна ресурсоємність, і сучасний, який прийшов на зміну першому з розвитком інформаційних технологій.

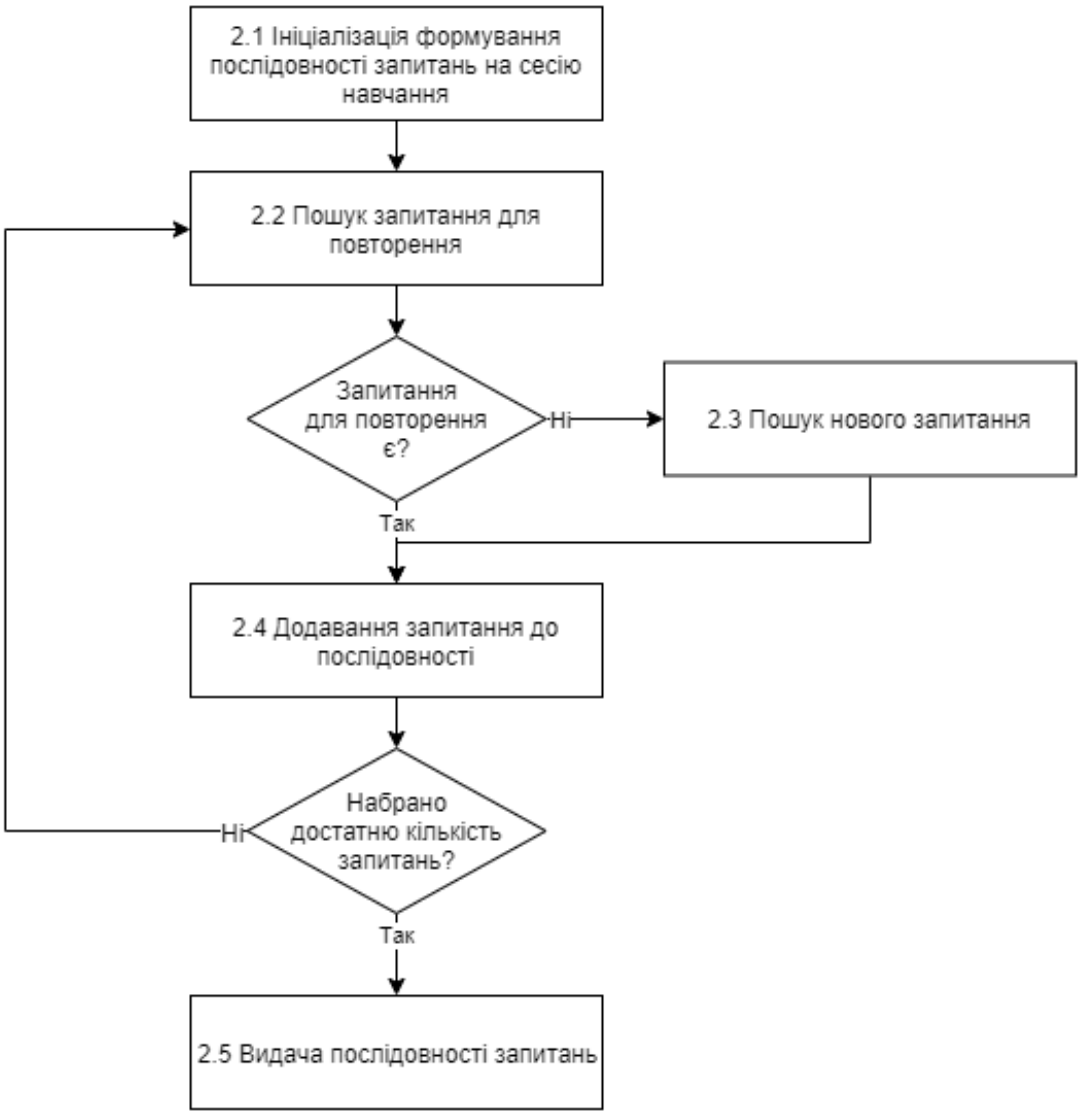


Рис. 3. Етап формування послідовності запитань на сесію навчання

За сучасного підходу використовуються методи оцінювання знань, що дозволяють підвищити об'єктивність перевірки та оцінки результатів навчання. З метою мінімізації матеріальних і часових ресурсів в навчальному процесі активно використовується адаптивний метод оцінювання знань. Цей метод характеризується поступовою адаптацією до рівня учня, що дозволяє адекватно оцінити його успіхи та усунути психологічні перепони та проблеми, які виникають під час навчання.

На рис. 4 представлено структурну схему адаптивного оцінювання знань, побудовану на основі моделі адаптивного контролю знань [22]. Вона

описує циклічний процес оцінювання знань учня шляхом надання йому низки завдань. Відповідь на попереднє завдання впливає на наступне – таким чином відбувається поступова адаптація до рівня знань студента.

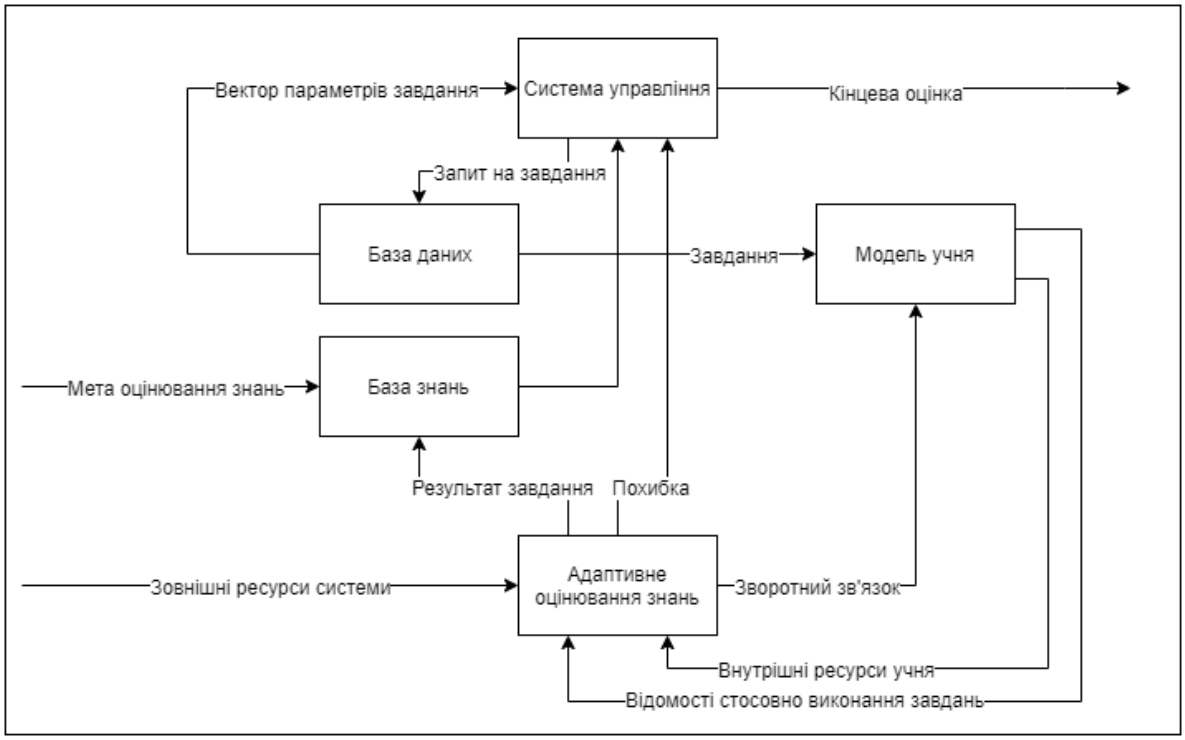


Рис. 4. Структурна схема адаптивного оцінювання знань

Механізм адаптивного оцінювання знань направлений на оптимальне використання ресурсів студента та системи оцінювання. Такий підхід характерний значною підготовкою до процесу тестування зі сторони викладача (підготовка банку запитань, визначення якості елементів, формування критеріїв оцінювання і т.д.), проте визначення рівня знань студента відбувається ефективніше. Варто зазначити, що від якості підготовки тестування значно залежить адекватність отриманих результатів.

Вибір наступного запитання за такого методу оцінювання базується на рівнях складності елементів банку тестування та здібностей студента. Рівень складності запитання можна трактувати так: наприклад, маємо елемент, рівень складності якого становить 3, кожен студент, який має рівень здібностей 3, має 50% на успішне опрацювання, а кожен, хто має вищий

рівень здібностей, настільки простіше впорається з ним, наскільки більший рівень здібностей має, і навпаки.

Траєкторію тестування за таким принципом зображено на рис. 5, де на осі абсцис знаходяться запитання тестування, а на осі ординат – рівень складності. Як бачимо, на рис. 5 зображено і планку рівня здібностей студента, найстрімкіше досягнувши яку, він починає коливатись навколо неї. Тобто студент досягає рівня складності запитань, з якими він має 50% на успіх. Ця планка і характеризує рівень здібностей студента.

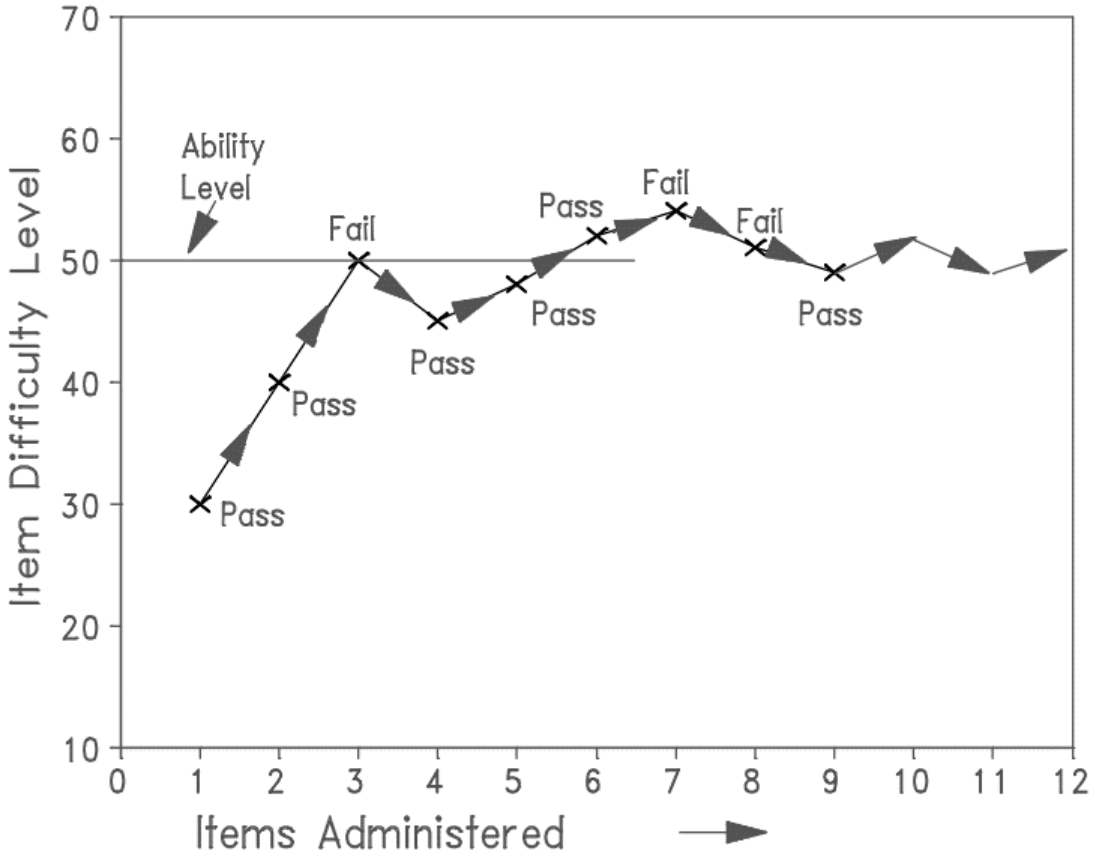


Рис. 5. Траєкторія тестування з використанням рівнів складності запитань

Такий підхід дозволяє студенту швидко досягнути запитань свого рівня і комфортно займатись ними, не отримуючи надто легких для нього, або занадто складних. Опираючись на подібний механізм, можна реалізувати адаптивні моделі оцінювання знань.

В основі моделей індивідуальної траєкторії та визначення результатів оцінювання лежить модифікований алгоритм комп'ютерного тестування, який базується на Simpler CAT Algorithm, автором якого є Wright, B.D. та складається з декількох етапів [23].

Етап 1. Ініціалізація процесу тестування. Задання змінних стосовно проходження тестування за формулою (1) та наступних допоміжних змінних за рішенням викладача:

достатній рівень складності для проходження тестування (T);

мінімальний рівень похибки оцінювання (S_{min});

мінімальна (L_{min}) та максимальна (L_{max}) кількість запитань тестування.

$$D = L = H = R = W = 0, \quad (1)$$

де D – складність запитання;

L – загальна кількість виконаних запитань;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

R – кількість правильних відповідей;

W – кількість неправильних відповідей.

Етап 2. Підготовка та видача запитання студенту. Пошук запитання близького до поточної складності з урахуванням напрямку відповідно до правильності відповіді на попереднє запитання за формулами (2-3), оновлення поточної складності тестування за формулою (4) та видача запитання студенту.

відповідь правильна: $D' \geq D$, (2)

відповідь неправильна: $D' \leq D$, (3)

де D' – складність наступного запитання із банку запитань;

D – поточна складність запитання.

$$D = D', \quad (4)$$

де D – поточна складність запитання;

D' – складність отриманого запитання із банку запитань.

Етап 3. Опрацювання відповіді студента на запитання тестування. Модифікація основних змінних щодо проходження тестування за формулами (5-6), а також якщо відповідь студента правильно, то за формулами (7-8), інакше (9-10).

$$H = H + D, \tag{5}$$

$$L = L + 1, \tag{6}$$

де H – сумарна складність опрацьованих запитань;

D – рівень складності опрацьованого запитання;

L – кількість опрацьованих запитань.

$$R = R + 1, \tag{7}$$

$$\mathrm{D} = \mathrm{D} + \frac{2}{\mathrm{L}}, \tag{8}$$

де R – кількість правильних відповідей;

D – поточний рівень складності;

L – кількість опрацьованих запитань.

$$W = W + 1, \tag{9}$$

$$D = D - \frac{2}{L}, \tag{10}$$

де W – кількість неправильних відповідей;

D – поточний рівень складності;

L – кількість опрацьованих запитань.

Етап 4. Визначення оцінки досягнутого рівня складності запитань тестування та похибки оцінювання. Якщо усі відповіді є правильними, то використовуються формули (11-12), якщо всі відповіді є неправильними, то (13-14), інакше (15-16).

$$\mathrm{B} = \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{L}} + \ln\left(\frac{\mathrm{R}}{0.5} - 1\right), \tag{11}$$

$$S = \sqrt{\frac{L}{0.5(R-0.5)}}, \tag{12}$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

L – кількість опрацьованих запитань;

R – кількість правильних відповідей;

S – похибка оцінювання.

$$B = \frac{H}{L} + \ln(\frac{0.5}{W-0.5}), \quad (13)$$

$$S = \sqrt{\frac{L}{0.5(W-0.5)}}, \quad (14)$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

L – кількість опрацьованих запитань;

W – кількість неправильних відповідей;

S – похибка оцінювання.

$$B = \frac{H}{L} + \ln(\frac{R}{W}), \quad (15)$$

$$S = \sqrt{\frac{L}{R \times W}}, \quad (16)$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

L – кількість опрацьованих запитань;

R – кількість правильних відповідей;

W – кількість неправильних відповідей;

S – похибка оцінювання.

Етап 5. Прийняття рішення стосовно завершення тестування. Цей етап відбувається за одним із наступних критеріїв:

якщо вичерпано банк запитань, перехід до етапу 6;

якщо виконано максимальну кількість запитань, перехід до етапу 6;

якщо задоволено мінімальну похибку оцінювання, перехід до етапу 6;

якщо, пройшовши мінімальну кількість запитань, усі відповіді є правильними або неправильними, перехід до етапу 6;

якщо пройдено мінімальну кількість запитань, може бути здійснено перехід до етапу 6 (рішення приймається студентом);

якщо студент демонструє нестандартну поведінку проходження тестування, то може бути здійснено перехід до етапу 6 (рішення приймається викладачем);

інакше перехід до етапу 2.

Етап 6. Формування та видача результатів проходження тестування. Визначення долі правильних відповідей за формулою (17), а також оцінки тестування – за формулою (18). Також відбувається формування вердикту відповідно за формулами (19-20): якщо задоволено нерівність (19), то тестування пройдено, якщо (20) – не пройдено, інакше маємо зону невизначеності.

$$C = \frac{R}{L}, \tag{17}$$

де C – доля правильних відповідей;

R – кількість правильних відповідей;

L – кількість опрацьованих запитань.

$$A = \frac{\sum C_i \mathrm{D_i}}{\sum \mathrm{D_i}} \tag{18}$$

де D_i – складність і-го пройденого запитання;

C_i – коректність відповіді на і-е пройдене запитання, при правильній відповіді набуває значення 1, за неправильної – 0.

$$B - S > T, \tag{19}$$

$$B + S < T, \tag{20}$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;

S – похибка оцінювання;

T – достатній рівень складності для проходження тестування.

Процес оцінювання знань за допомогою моделі індивідуальної траєкторії направлений на визначення оптимального значення рівня засвоєння пройденого матеріалу студентом. Оптимальність полягає у раціональному використанні ресурсів студента та системи оцінювання. Як результат маємо рівень знань студента у термінах досягнутого рівня складності, похибку оцінювання, яка вказує на якість пройденого тестування, та статистику на-

вчальної активності студента, яка може бути використана для подальшого поліпшення як банку запитань, так і системи оцінювання знань.

Саме підвищенням якості банку запитань займається останній блок комплексу моделей оцінювання знань (*Блок 4*). До компонентів цього блоку належать методи оновлення рівнів складності та методи оцінки якості елементів банку запитань. До першого відносяться методи визначення рівнів складності елементів банку тестування, проте їх використання модифіковано для коригування рівнів складності після проходження достатньої кількості циклів оцінювання знань. Варто зазначити, що ці методи можуть бути як допоміжними для викладача для аналітичного аналізу, так і самостійними за умови автоматизації визначення рівні складності запитань.

Оцінка якості елементів банку запитань полягає у визначенні правильності складення елементів і виявленні аномалій. Правильним сформований елемент тестування можна вважати за його коректного та однозначного трактування студентами. До аномалій можуть належати різного роду помилку при складанні елементу тестування, які не дозволяють правильно відповісти на нього. Вчасне виявлення проблем банку запитань дозволяє зберігати достатній рівень адекватності процесу оцінювання знань та гарантувати успішне засвоєння знань студентами.

Отже, комплекс моделей оцінювання знань направлений на повне охоплення процесу набуття та оцінювання під час навчання: формування елементів знань, їх набуття, оцінювання рівня засвоєння пройденого матеріалу та поліпшення навчального процесу, використанням зворотних зв’язків. Усе це дозволяє підвищити рівень якості навчального процесу.

Комплекс моделей оцінювання знань було реалізовано як чат-бот у месенджері Telegram @HNEU_ZNO_math_bot, застосувавши мову програмування Python та базу даних SQLite. Чат-бот має два режими функціонування: навчання (за замовчуванням) та оцінювання знань.

Банк запитань було сформовано на основі набору завдань з підготовки до ЗНО з математики. Статистичні дані стосовно проходження тестування за цим банком запитань було взято з проведення конкурсу «ЗНО ма-

тематика: BOT Challenge» [24]. (близько 670 тис. проходжень від майже 7 тис. користувачів, серед яких значна більшість є школярами випускних класів).

Визначення рівнів складності проводилось за долею правильних відповідей першої спроби опрацювання запитання, тобто враховувались лише перші відповіді кожного користувача. Таким чином було сформовано їх рівні складності, використовуючи метод логіт-шкалювання зі зміщенням. Банк запитань має 500 елементів та, рівні складності розподілені від 2,65 до 7,71 за шкалою від 0 до 10. Більшість рівнів складності лежать у межах від 3.11 до 5.87, тому можна вважати, що банк запитань наповнений елементами середньої складності. На рис. 6 зображено гістограму розподілу рівнів складності.

Апробацію було почато 28 листопада 2019 року о 18:43 та закінчено 3 грудня 2019 року о 22:39. Загалом 318 користувачів узяли участь у роботі бота та пройшли 3210 завдань. У процесі навчання взяли участь 179 користувачів та пройшли 1463 завдання, з яких 1149 успішно освоєно на кінець апробації. Середня кількість пройдених завдань користувачем становить 8,17, а успішно освоєно – 6,42. Здебільшого освоєно від 0 до 14 завдань. Декілька користувачів мають показники понад 50 елементів навчання.

На рис. 7 зображено розподіл середньої кількості проходжень студентами одного запитання до його засвоєння на поточний момент часу. Більшість студентів у середньому опрацьовували запитання за інтервал від 1,19 до 1,8 разів. Наприклад, середня кількість проходжень для одного з активних користувачів склала 1,48. Чим нижче цей показник, тим ефективніше за витратами часу відбувається процес навчання, проте варто зазначити, що він має тенденцію до зростання, поки користувач не засвоїть елемент на достатньому рівні.

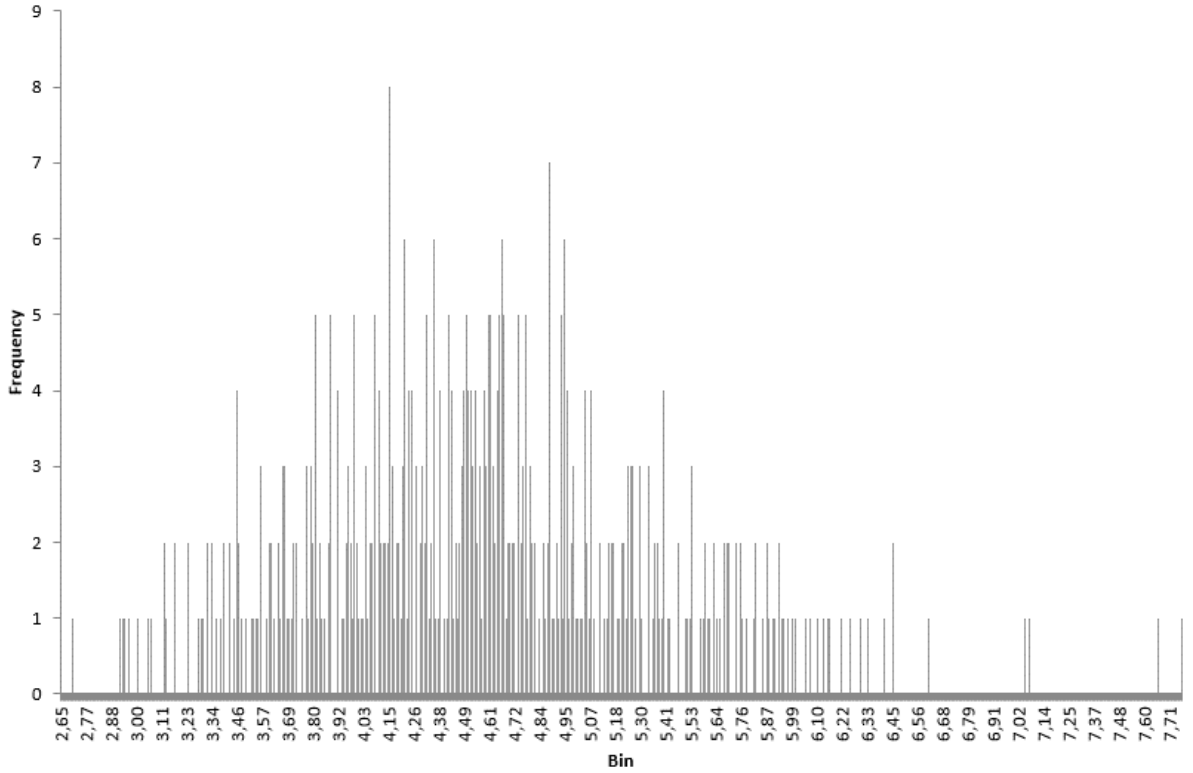


Рис. 6. Гістограма розподілу рівнів складності банку запитань

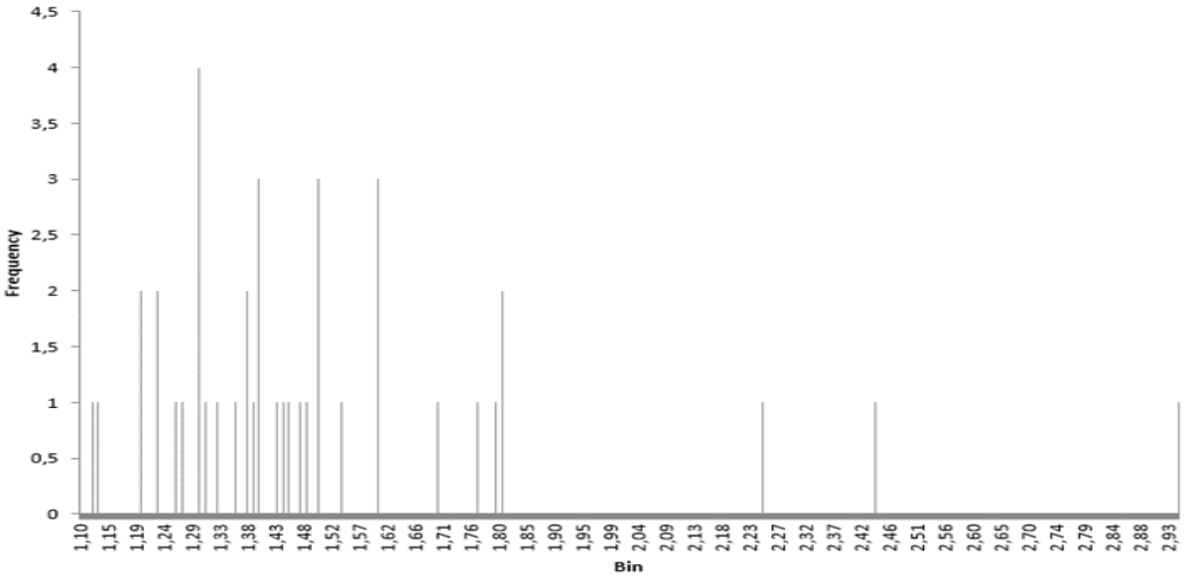


Рис. 7. Розподіл середньої кількості проходжень запитань студентами

Режимом оцінювання знань скористались 35 користувачів, завершивши 46 сеансів оцінювання. Наступні статистичні показники було порахо-вано для завершених оцінювань, які тривали від 2 хвилин до години, аби

відсіяти неадекватні проходження тестування. Кількість пройдених тестувань 23, середня довжина тестування становить 12,65 питань, а тривалість – 20 хвилин 47 секунд. Середня доля правильних відповідей становить 0,54, середній досягнутий рівень складності становить 4,71, а помилка оцінювання – 0,59. Середня оцінка за тестування становить 0,5 з 1.

Таким чином, запропонований комплекс моделей оцінювання знань надає повноцінне дистанційне навчальне середовище, де студент може як навчатись, так і оцінити рівень своїх знань. Апробація підтвердила ефективність процесу навчання, демонструючи малу долю витрат користувача на повторення елементів, тобто більше зусиль було приділено набуттю нових знань.

Середній рівень результатів оцінювання знань пов’язаний із браком мотивації користувачів та нестачею часу для достатнього рівня освоєння банку запитань. Подальше навчання за методом інтервального повторення дозволить поліпшити рівень знань користувача, а мотивацією цього процесу можуть стати майбутні конкурс на базі чат-боту для підготовки до ЗНО з математики та інших навчальних дисциплін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України про освіту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19.
2. Положення про дистанційне навчання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13.
3. Ellis, Ryann K. (2009), Field Guide to Learning Management, ASTD Learning Circuits.
4. Long, Phillip D. (2004). Encyclopedia of Distributed Learning. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc. pp. 291–293. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://sk.sagepub.com/reference/distributedlearning/n99.xml.
5. Teacher workload: using ICT to release time to teach. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00131910420003083417 journ-?lCode=cedr20.
6. Бабанский Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Ю. К. Бабанский. — М. : Просвещение, 1985. — 208 с.
7. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. — М. : Педагогика, 1989. — 190 с.
8. Данилов Д. А. Педагогические технологии [Електронний ресур] / Д. А Данилов, Ф. Д. Товарищева, А. М. Николаев. — Режим доступу : http://www.ysu.ru/institut/

pedinst/tecnology/ files/obychenye.html.
9. Пономаренко В.С., Клебанова Т.С., Яценко Р.Н. Адаптивная система дистанционного обучения // БИЗНЕС ИНФОРМ. – 2010. – №4(2), с.174-178.
10. Методичні вказівки до вивчення курсу «Робота викладача в WEB-орієнтованій системі підтримки навчального процесу Moodle» / [Гавриленко В. В., Попенко В. Д., Сокульський О. Є., Шумейко О. А.] — К. : НТУ, 2012. — 49 с.
11. Методичні рекомендації зі створення тестових завдань та тестів у системі управління навчальними матеріалами MOODLE 2.5.x / [Сергієнко В. П., Франчук В. М., Кухар Л. О., Галицький О. В., Микитенко П. В.] — К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – 100 с.
12. Степанов В. П. Методическое руководство для преподавателя СДО «Moodle» : методические рекомендации / В. П. Степанов, Е. В. Пономаренко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Х. : ИД «Инжек», 2012. — 168 с.
13. Методичні рекомендації щодо освоєння та використання системи дистанційного навчання Moodle ХНЕУ для студентів усіх галузей знань заочної форми навчання / укл. С. Г. Шило. — Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. — 68 с.
14. П.І. Федорук, Адаптивні тести: Загальні положення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.immsp.kiev.ua/publications/articles/2008/2008_1/ Fedoruk_01_2008.pdf.
15. Л.В. Зайцева, Н.О. Прокофьєва, Модели и методы адаптивного контроля знаний. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v7_i4/html/1.html.
16. К.С. Навроцька, Д.Х. Штофель, С.В. Костішин, В.І. Макогон, Адаптивний алгоритм тестування для оцінювання когнітивних функцій людини. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/ KhPI-Press/32307/1/vestnik_KhPI_2017_21_Navrotska_Adaptyvnyi.pdf.
17. General principles of spaced repetition. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/General_principles_of_spaced_repetition.
18. Spaced repetition. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/Spaced_repetition.
19. Optimum interval. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/Optimum_interval.
20. Forgetting index in SuperMemo. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/Forgetting_index_in_SuperMemo.
21. SuperMemo Algorithm. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/SuperMemo_Algorithm.
22. Белоус Н.В., Куцевич І.В. Модель адаптивного контролю знань // науковий журнал Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2010 №1, с. 39.
23. Wright, B.D. (1988) Practical adaptive testing. Rasch Measurement Transactions 2(2): 21.
24. Умови конкурсу «ЗНО математика: BOT Challenge». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://telegra.ph/Umovi-konkursu-ZNO-matematika-BOT-Challenge-03-19.

3.3. Система управління кібербезпеки банків з використанням засобів штучного інтелекту

Надійність роботи банківської системи визначає рівень підвищеної небезпеки та ставить нові виклики перед службою безпеки банківських установ. Окрім міцних стін та великих сейфів є величезний спектр інших пристроїв для забезпечення засобів фізичного захисту приміщення банку. Для фіксації явищ та подій в приміщенні банку використовуються всім відомі камери спостереження. Записи з таких камер можуть бути в подальшому використані для встановлення особи правопорушника. Така фіксація здійснюється вже не перше десятиліття і потребує вдосконалення та використання інновацій, які можуть збільшити продуктивність роботи системи відеоспостереження. Всі записи з камер відеоспостереження мають двовимірні записи. Картинка по факту і ефективність розпізнавання образу на камері залежала від хорошого кута огляду, гарного освітлення та низки інших факторів. Такі обмеження створювали велику сферу діяльності для шахраїв, які можуть використовувати слабкі сторони систем відоспостереження з метою здійснення незаконної діяльності та незаконного збагачення. Також відомі інші аспекти недосконалої роботи системи відеоспостереження банку, зокрема неможливість встановити особу, яка використовує маску на обличчі, спеціальний одяг та інші пристрої. Розпізнавання обличчя людини на сьогоднішній день є неефективним інструментом в правовому масштабі, тому потрібно використовувати індивідуальні характерні особливості та закономірності поведінки людини для розпізнавання конкретного індивідуального образу. Також врахування індивідуальних характерних рис пересування правопорушника з ефективною системою відеоспостереження банку можна буде використовувати для встановлення особи.

Штучний інтелект вже зараз широко застосовується в техніці, медицині, освіті, транспорті, військовій сфері, проте, можливості його застосування є надзвичайно важливим та затребуваним і в банківській сфері [1].

Одним з таких непередбачуваних аспектів використання штучного інтелекту є створення тривимірного зображення по технології Voxel для систем кібербезпеки банку [2].

Для того, щоб побачити відео в системах відеоспостереження банку з іншого ракурсу потрібно мати камеру, яка буде здійснювати відеозйомку з іншого ракурсу або мати можливість повернути камеру, щоби отримати інший ракурс. Такі обмеження є недоліками використання теперішнього покоління камер відеоспостереження банку, які створюють двовимірну картинку. З метою подальшого удосконалення систем відооспостереження компанія Intel [2] продемонструвала можливості, які відкриваються з використанням камер відеоспостереження встановлених під різними кутами. Розрахунок кількості камер відбувається за принципом огляду 270 градусів з подальшим перекриттям мертвих та сліпих зон. Для прикладу, якщо кімната неправильної геометричної форми потребує розміщення камер в кожному куті приміщення з подальшим направленням камери до центру кімнати, то під час роботи камери відеоспостереження виникають зони вздовж кожної стіни, які не перекриваються камерами відеоспостереження. Відповідно ефективність використання камер, які створюють двовимірне зображення, обмежується кількістю ракурсів та якістю освітлення. Освітлення та ракурс особи, яка зображена на відео, відіграє вирішальну роль під час спроби розпізнати особу. Інноваційним буде створення тривимірного відео файлу, його подальше розпізнавання та аналіз. Система створення тривимірного відеофайлу та його подальше розпізнавання була реалізована компанією Intel, та використовується на олімпійських іграх з метою інтерактивного представлення подій що відбуваються [3]. Так, для прикладу, сервіс для розпізнавання обличчя та міміці людини вже доступний на Amazon, а технологію можна використовувати для того, щоб розпізнавати індивідуальні характерні особливості людини [4]. Кожен відеопотік з кожної камери відправляється на головний сервер. На головному сервері картинка поєднується і створюється єдиний тривимірний відеофайл. В подальшому такий відеозапис можна використовувати з небаченою на сьогод-

нішній день ефективністю. Для прикладу, така система може переміщатися в просторі відеозапису, бачити відеозапис з камер спостереження під різними ракурсами, в тому числі з тих ракурсів, де не було встановлено жодної відеокамери. Всі ці та інші можливості стали доступними після використання штучного інтелекту, з використанням нейронної мережі, яка здатна «склеювати» відеозапис з системи відеоспостереження в один єдиний тривимірний файл.

В системі відеоспостереження серверна лінійка процесорів відрізняється від настільних збільшеним кешем і підтримкою великих багатопроцесорних систем. Процесор загалом не націлений на споживчий ринок, область його застосування – це сервери, блейд-системи та робочі станції. Для обробки та створення такого відеоряду потрібно здійснювати обробку сотень гігабайт відеофайлів в режимі онлайн. На сьогодні використання процесорів Intel Xeon робить можливим такий процес за умови, якщо попередньо була навчена система штучного інтелекту, яка здатна склеїти відеозапис і створити його тривимірну версію. Проте якість відеозапису потребує подальшого вдосконалення. Так, на створення одного кадру потрібно три хвилини роботи системи Voxel на потужностях процесорів Intel Xeon третього покоління. Це ще не є задовільним результатом для систем відеоспостереження, наприклад, на великих спортивно-масових заходах, але такий результат можна використовувати вже сьогодні для банківських систем відео спостереження, яка входить в загальну систему управління кібербеспеки банку. Ця система відкриває також можливості розпізнавання образів не тільки за рисами обличчя людини, але і за індивідуальними та характерними ознаками тіла та рухів людини. Система відеоспостереження банку дозволяє зменшити ймовірність людської помилки при визначенні «порушника» та збільшує точність розпізнавання. Якщо взяти до уваги, що банківські системи відеоспостереження пов’язані з багатогодинним дослідженням відеозаписів, то використання засобів штучного інтелекту відкриває можливості для попереднього оброблення відеозапису, його аналізу та розпізнавання характерних особливостей людини в реальному часі, ще до того

моменту, коли система починає аналізувати необроблений матеріал. На рис. 1 наданий алгоритм функціонування системи управління кібербезпеки банків на базі технологій Voxel.

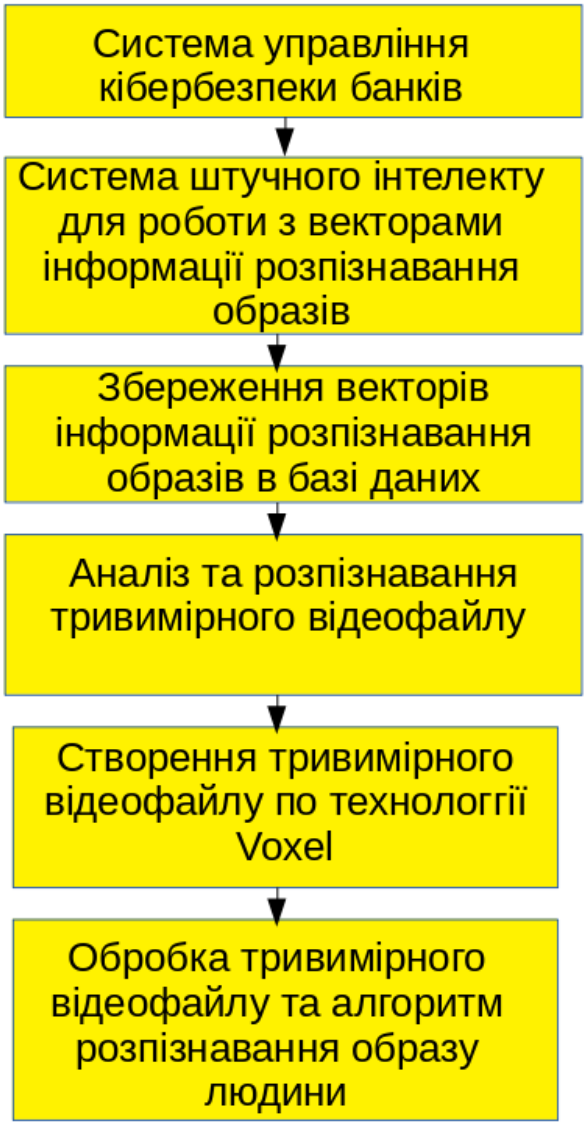


Рис. 1. Алгоритм роботи системи управління кібербезпеки банків

Архітектура системи управління кібербезпеки банку (рис. 2), на наш погляд, може включати таку достатньо-необхідну комплектацію програмно-технічного забезпечення:

1. Банківську систему відеоспостереження (система Voxel на потужностях процесорів Intel Xeon, достатня кількість камер відеоспостереження в кількості 9 шт.).

2. Система штучного інтелекту, реалізовану на основі сервісу Amazon AI [5].

3. Сервіс Amazon Rekognition для розпізнавання образу людини.

4. Система визначення загроз Traces AI [6], в основі реалізації якої може бути інформаційно-аналітична система визначення рівня безпеки банку.

5. Система Бази та Сховища даних для збереження векторів інформації розпізнавання, що реалізована на реляційній технології SQL, зокрема СКБД PostgreSQL.

6. Інформаційно-аналітична система, функціональним призначенням якої є визначення рівня безпеки системи та система прийняття управлінських рішень. Інноваційна технологія створення тривимірного зображення в поєднанні з використанням вище перерахованих сервісів та технологій, дає змогу забезпечити роботу системи управління кібербезпеки банків.

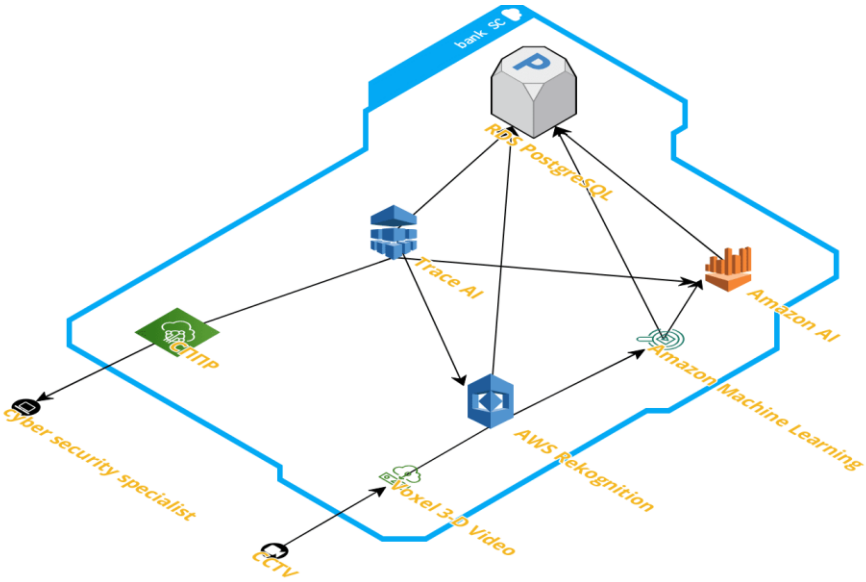


Рис. 2. Архітектура системи управління кібербезпеки банків

Робота операторів банківської системи відеоспостереження дозволяє приймати ефективні рішення, а збільшення продуктивності загальної системи управління кібербезпеки банків дає можливість реагувати на інциден-

ти пов'язані з безпекою *в режимі реального часу,* а в подальшому і передбачати можливі загрози [7], з використанням рішень Traces AI. Розпізнавання індивідуальних рис людини є наступним кроком в інноваційній системі відеоспостереження, розуміння комп'ютером тих об'єктів, характерних рис та закономірностей, які є на відео (рис.3). Неймовірно важким є саме впровадження цієї технології, адже це не лише алгоритм штучного інтелекту, а й управління роботою складною інфраструктурою бази даних, яка може одночасно приймати сотні і тисячі відеопотоків з камер та аналізувати їх в той спосіб, який є економічно доцільним

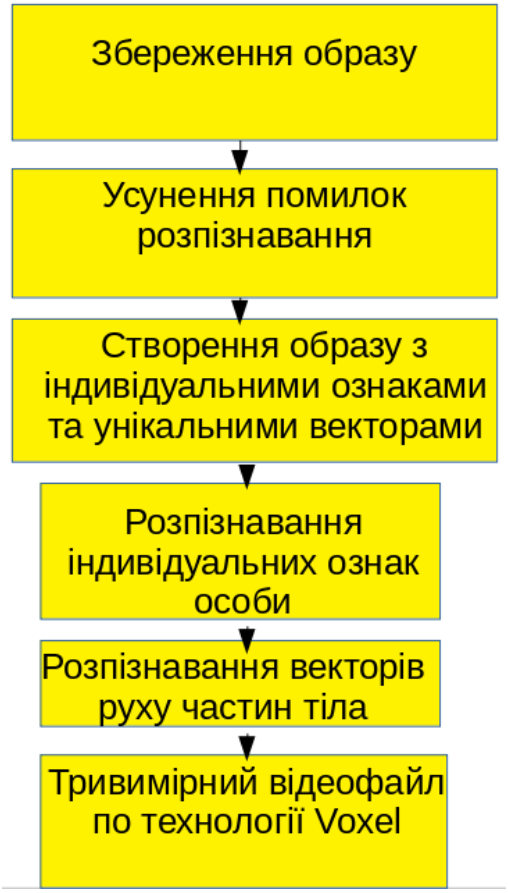


Рис. 3. Алгоритм процесу розпізнавання образів людини

Архітектурно рішення Traces AI складається з двох частин: клієнтський додаток оператора системи і ядро Traces AI, що розташоване в Amazon або іншому хостингу партнері, який здатний забезпечувати масштабування інфраструктури бази даних відповідно до навантаження поточного вико-

ристання сервісу. Вхідні відеопотоки або записане відео поділяється на кадри, наступним етапом система визначає ключові кадри і передає їх на обробку. Далі зображення через "хмарний" API потрапляє в нейронну мережу, яка аналізує зображення людини за понад 2 тисяч параметрів і створює векторну репрезентацію кожного знімка. Вектори зберігаються в базі даних і використовуються для пошуку, аналізу та обчислення інформації у відеофайлі на основі критеріїв, які в подальшому передбачається задавати голосом. Для прикладу система управліня голосом вже використовується на всіх автомобілях Мерседес-Бенс [8] і в подальшому буде удосконалюватися з урахуванням того що голосовий інтерфейс управління представляє собою майбутнє на думку концерну Мерседес-Бенс.

Можливість здійснювати пошук у відеофайлі, сортування всіх об’єктів представлених у відеофайлі, всі ці та багато інших можливостей доступні лише з використанням штучного інтелекту для обробки відео з камер системи відеоспостереженя. Відомо, що на сьогодні менше ніж 1% інформації розпізнається системами штучного інтелекту [9], це створює надзвичайно великі можливості для подальшого використання штучного інтелекту і для керування засобами безпеки, як тільки штучний інтелект буде здатний достеменно правильно аналізувати відеоряд з тривимірного відео, то для засобів системи управління кібербезпеки банків відкривається можливість ефективно приймати рішення для імплементації мір безпеки, з подальшим недопущенням порушення режимності роботи банку. Використання системи з тривимірним відеофайлом в поєднанні з алгоритмом розпізнавання людини за індивідуальними характеристиками відкриває можливості для служби безпеки банку, виявляти та нейтралізувати можливі ризики та загрози до того моменту, коли їх потенційно можна буде реалізувати. Використання інноваційних технологій в поєднанні з засобами штучного інтелекту робить службу безпеки банку здатною реагувати та завжди бути на крок по переду порушника, випереджаючи зловмисників та надає можливість здійснювати превентивні заходи недопущення реалізації ризиків.

Запропонована система управління кібербезпеки банківської системи з використанням систем та засобів штучного інтелекту буде попередньо навчена та прийматиме ефективні рішення у відповідності до поточної ситуації із залученням експертів з служби безпеки банку. Ефективність рішень буде забезпечуватися процесом машинного навчання на основі реальних прикладів, які попередньо відбиратимуться експертами з безпеки банківської системи. Машинне навчання передбачає повторення будь якої ситуації з метою забезпечення побудови внутрішнього алгоритму дій для особи, яка буде зображена на екрані з урахуванням розпізнавання векторів інформації особи на основі визначення індивідуальних особливостей. З метою покращення розпізнавання особи та встановлення алгоритму дій передбачається використання тривимірного відеофайлу. Тривимірний ведеофайл допоможе усунути неточності в розпізнаванні, дасть змогу більш чітко збудувати алгоритм дій та визначати, які саме дії виконує особа. Всі ці та інші операції в подальшому можна буде виконувати в режимі реального часу з урахуванням часу необхідного для прийняття ефективних управлінських рішень. Як тільки система управління кібербезпеки банку розпізнає всі візуальні ознаки початку правопорушення, зокрема наявність групи осіб, її озброєння або спроба закласти вибуховий пристрій, то невідкладно приймається рішення про виїзд оперативної групи реагування. Така швидкодія дасть змогу затримати зловмисників та зберегти фінансові ресурси банку. Найважливішим аспектом роботи системи штучного інтелекту є можливість приймати рішення без участі людини, наприклад, в нічний час, на вихідні та святкові дні або за умов карантину. Запропонована модель кібербезпеки банків покладає велику відповідальність як на людину так і на штучний інтелект, адже передбачається, що більшість часу штучний інтелект прийматиме рішення самостійно. Фактори ризику при цьому зростають в напрямку неявних загроз, як то помилка системи, або недостовірна інформація, яка в подальшому буде мати негативний вплив на процес прийняття управлінських рішень.

Висновок. Складність систем управління банків, в тому числі систем захисту, які можуть бути використані в банках, покликані полегшити роботу служби безпеки банку. Беззаперечно будь-яка інновація перед її промисловим використанням потребує ретельної перевірки та підтвердження ефективності її роботи на практиці. В статті досліджується можливість впровадження інноваційної системи управління кібербезпеки банків з використанням засобів штучного інтелекту, тривимірного відео та алгоритмів розпізнавання образів людини за індивідуальними характерними ознаками з метою подальшого прийняття управлінських рішень щодо усунення наслідків або запобігання реалізації загроз безпеки банку, які покликані завадити стійкому функціонуванню та розвитку банківської системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інноваційні банківські технології та сучасні форми грошей : матеріали наук.-практ. конф. студ. аспір. і молод. учених. Київ, 05 квітня 2018 р. / [С.М. Аржевітін, І.Б. Охрименко, Н.В. Циганова]. – К. : КНЕУ, 2018. – 98 [2] с. Електронний ресурс. [Режим доступу:] http://stlnau.in.ua/metodychna/samoosvita/item/2018/kneu180405.pdf
2. Voxel-Based Graphics on Intel Architectures. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://software.intel.com/en-us/articles/voxel-based-graphics-on-intel-architectures
3. Intel at The Olympic Games. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://www.intel.com/content/www/us/en/sports/olympic-games/overview.html
4. Amazon Rekognition. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://aws.amazon.com/rekognition/
5. Amazon Artificial Intelligence. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://aws.amazon.com/machine-learning/what-is-ai/
6. Proprietary Deep Neural Networks. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://www.traces.ai/tech.html
7. Volumetric video. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://en.wikipedia.org/wiki/Volumetric_video
8. Voice Control System. Mercedes-Benz. Supplement. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://www.mercedes-benz.ca/content/dam/mb-nafta/ca/owners/operators-manual/2018/command-audio-vc/MY18_VOICE%20CONTROL__190_205_253_EdA__P000016013__ENG.pdf
9. Amnon Shashua`s. Under the Hood of Mobileye’s Computer Vision. Електронний ресурс. [Режим доступу:] https://newsroom.intel.com/press-kits/2020-ces/#gs.xt5htj

3.4. Дискретно-событийное моделирование как инструмент повышения качества сервис-ориентированного программного обеспечения

В соответствии с международным стандартом IEEE 1471-2000 [1], который рекомендует лучшие практики для организации высоконагруженных программных систем, сервис-ориентированная архитектура (*Service-oriented architecture*, SOA) считается одним из наиболее эффективных решений.

Сервис-ориентированный подход предполагает, что программное обеспечение содержит набор распределённых, слабосвязанных, заменяемых компонентов, оснащённых стандартизированными интерфейсами для взаимодействия по стандартизированным протоколам.

Причины повсеместного внедрения такого подхода состоят в следующем:

1. Быстрое развитие информационных технологий привело к повышению гетерогенности среды взаимодействия. Большинство предприятий сегодня эксплуатирует ряд разных программно-технических систем, основанных на применении различных технологий и платформ, относящихся к различным технологическим поколениям. Их интегрирование является очень сложной и дорогостоящей задачей.

2. Глобализация и развитие конкуренции в сфере электронного бизнеса ведут к необходимости повышения эффективности производства программного обеспечения за счет экономии на издержках, сокращения производственного цикла, скорейшего внедрения новых технологий, предоставления пользователю более удобных, быстрых и надежных способов получения информации.

Учет новых требований, с одной стороны, привел к изменению модели бизнес-взаимодействия: от модели вертикальной интеграции компании стали переходить к различным моделям распределенного сетевого

взаимодействия. С другой стороны, производители программного обеспечения для сохранения конкурентных преимуществ стали приспосабливаться к быстрой эволюции способов и форм организации программных систем: от систем, основанных на структурировании на основе процедур и функций, через различные виды клиент-серверных архитектур, переходить к сервис-ориентированных архитектурам (рис. 1).

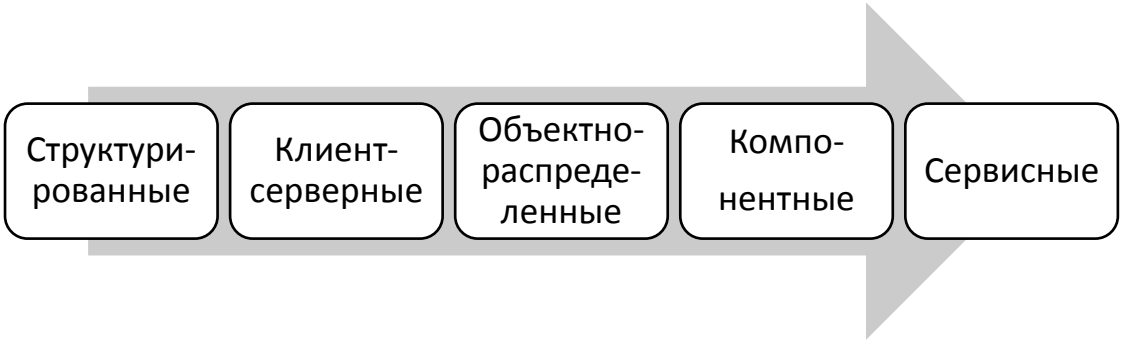


Рис. 1. Эволюция архитектур программного обеспечения [1]

Главное, что отличает сервисно-ориентированное программное обеспечение – это использование независимых программных компонентов с чётко определёнными интерфейсами, которые для выполнения своих задач могут быть вызваны неким стандартным способом, при условии, что сервисы заранее ничего не знают о приложении, которое их вызовет, а приложение не знает, каким образом сервисы выполняют свою задачу.

С понятием SOA тесно связано понятие прикладного программного интерфейса (Application Programming Interface, API). Он может рассматриваться как протокол связи между различными частями компьютерной программы, предназначенный для упрощения внедрения и обслуживания программного обеспечения. API может выполнять роль сервиса, а SOA – среды, которая позволяет сервису работать. Примером может служить API транспортной компании, который можно добавить на веб-сайт, ориентированный на электронную коммерцию, чтобы упростить заказ услуг доставки и автоматически включать текущие тарифы на доставку, при этом разра-

ботчику сайта не нужно вводить таблицу тарифов грузоотправителя в базу данных [2]

Преимущества программного обеспечения, основанного на сервис-ориентированном подходе определяются тремя его основными характеристиками.

1. Слабая связанность составных частей. Эта характеристика предполагает, что компоненты могут быть заменены альтернативными реализациями, которые предоставляют те же услуги. В результате приложение меньше зависит от языка, платформы и других технологических ограничений

2. Прозрачность расположения компонентов означает, что фактическое расположение любого ресурса системы не имеет значения для пользователя.

3. Протокольная независимость предполагает, что технологическая инфраструктура, применяемая при организации взаимодействия компонентов не зависит от базовых протоколов Интернета.

Важным преимуществом такого подхода является отсутствие привязки реализации сервиса к какой-либо определённой технологии. Такая система может быть создана с использованием широкого спектра интеграционных решений, включая такие технологии как REST, RPC, DCOM, CORBA или веб-сервисы. Существуют работы с результатами исследований о том, какие типы распределенных сервисов следует применять в различных ситуациях [3,4].

Однако, при выборе технологии реализации сервиса остается открытой проблема управления его качеством. В работах [5,6] приведены различные подходы к оценке качества программных сервисов. По результатам исследования проблемы были выделены следующие группы характеристик.

1. Характеристики доступности. Они определяются рядом критериев, которые показывают степень соответствия сервиса набору политик (условий и правил) в соответствии с которыми поставщик услуг предоставляет

этот сервис потребителям. К этим критериям можно отнести время ожидания ответа на запрос, актуальность предоставляемой информации, ее стоимость и т.п).

2. Характеристики безопасности – это соответствие набору правил, которые могут применяться к идентификации, авторизации и контролю доступа.

3. Характеристики качества транзакций – это набор атрибутов, которые могут быть применены сразу к группе сервисов для обеспечения последовательного результата. Например, если группа из трех сервисов применяется для выполнения одной бизнес-функции, все они должны быть завершены с приемлемым уровнем качества.

4. Характеристики управления – это набор атрибутов, которые могут применяться для управления предоставляемыми или потребляемыми сервисами. Эффективная система управления должна иметь возможность контролировать и настраивать инфраструктуру и компоненты внедренного SOA приложения.

С точки зрения пользователя, любой программный сервис может рассматриваться как процесс отправки некоторого запроса и получения в соответствующего ответа. В высоконагруженных системах важнейшая характеристика качества сервисов – скорость получения ответа - напрямую зависит от системы организации обработки запросов. Работа сетевого программного сервиса может быть организована по-разному, и оценка качества сервиса при использовании каждого способа организации в реальных условиях представляется довольно сложной задачей.

Поэтому целью этого исследования являлось изучение одной из характеристик качества программных сервисов – доступности – с применением методов, основанных на дискретно-событийном моделировании.

Методы исследования. В последние десятилетия моделирование дискретных событий широко используется для изучения работы не только обслуживающих, производственных, логистических или сбытовых систем, но и технических динамических распределенных систем реального време-

ни, в том числе, компьютерных систем и сетей. Известны работы, использующие дискретно-событийные модели для оценки конфигураций компьютерной системы для банковского приложения, для оценки политики управления в операционной системе, для изучения эффективности работы локальной сети и т.д.[6,7].

Для реализации предлагаемой цели исследования необходимо определить теоретические и практические основы дискретно-событийного подхода к моделированию.

Исследуемая система представляется в виде последовательности дискретных состояний. Система остается в определенном состоянии в течение продолжительность времени, затем происходит некоторое событие, которое заставляет систему мгновенно пройти в новое состояние.

Дискретно-событийная модель (Discrete Event System, DEVS) в самом общем виде может быть задана с использованием спецификации, впервые представленной в работах Зейглера [8]. Пусть *I* это набор входных переменных, *O* – набор выходных переменных, а *S* – множество состояний системы, где подмножество переменных состояния включает в себя список будущих событий в данный момент времени. Тогда абстракция DEVS задается следующим кортежем:

$$\langle I, O, S, \delta_{int}, \delta_{ext}, \lambda, \tau \ \rangle \quad (1)$$

где:

$\delta_{int}: S \to S$ – функция внутреннего перехода из одного состояния системы в другое, определяется внутренними событиями системы;

$\delta_{ext}: Q \times I \to S$ – внешняя функция перехода, возникающего в результате внешних событий, Q – полный набор состояний модели $Q = \{(s, e | s \in S, 0 \leq e \leq \tau(s)\}$, (s,e) представляет нахождение в состоянии s в течение прошедшего времени e;

$\lambda: S \to O$-функция вывода, генерирующая внешние события,

$\tau: S \to R_o^+$ -функция времени. Если система находится в состоянии s в момент времени t, то система останется в этом состоянии до момента времени $t + \tau(s)$.

Простейшая модель такого типа позволяет представить открытую систему, которая состоит из сервиса и очереди запросов к нему. Запросы поступают на сервер со скоростью λ. Время между запросами определяется, например, экспоненциальным распределением. Сервис обрабатывает запросы в порядке их поступления до завершения. Время обработки (время обслуживания) запросов также соответствует экспоненциальному распределению. Задавая различные скорости поступления запросов можно определить среднее время их нахождения в очереди.

В более сложном случае может быть построена закрытая имитационная модель, которая предполагает, что сервис работает на компьютере с несколькими процессорами, и может одновременно обрабатывать несколько запросов. Моделируются две очереди: очередь ввода и очередь вывода. Каждый клиент добавляет запросы в очередь ввода. Запросы помещаются в очередь, и каждый процессор получает самый верхний запрос и обрабатывает его. Как только обработка данного запроса закончена, он добавляется в очередь вывода. Затем клиент получает ответ. В такой модели используются также внутренние переменные, определяющие уровень параллелизма и количество обрабатывающих процессоров.

Аналогичным образом дискретно-событийная модель может описать процессы в самых разных вариантах организации сервисных архитектур.

Для удобной реализации дискретно-событийных моделей существует несколько развитых программных инструментов, в том числе AnyLogic, Arena (software), GoldSim, GPSS.

Для моделирования в данной работе была применена система AnyLogic.

Результаты исследования. Первый вариант простейшей открытой дискретно-событийной модели, имитирующей поток заявок, поступающих от одного клиента к одному сервису через случайные интервалы времени,

задаваемые экспоненциальным распределением и обрабатываемые за некоторое время представлена на рис. 2.

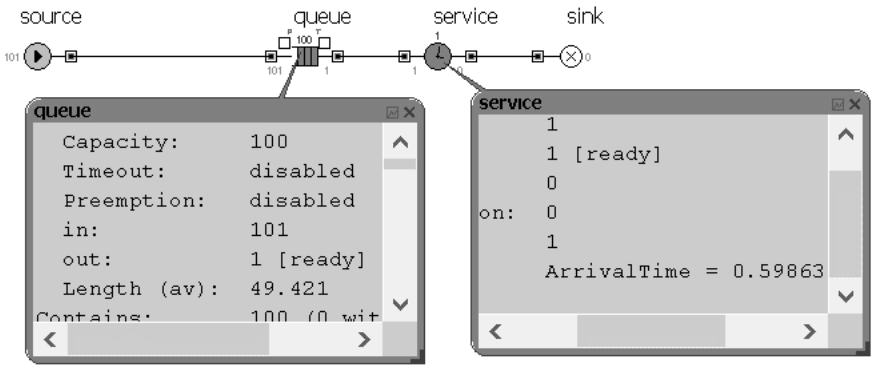


Рис. 2. DEVS для системы обработки запросов к сервису с одной очередью и одним ядром обработки

При заданном интервале поступления запроса 1/25 с. и среднем времени обработки запроса сервисом 15 запросов в секунду, среднее время обработки сервисом одного запроса за оцениваемый период в 100 единиц модельного времени составило 0,5 с, средняя длина очереди – 50 запросов. Естественно ожидать, что если скорость поступления приближается к скорости обработки, время ожидания приближается к бесконечности.

В табл. 1 представлены результаты моделирования, показывающие изменения показателей среднего и максимального времени ожидания запроса в очереди на обработку при изменении частоты поступления запросов и фиксированном времени обработки, а также при фиксированном количестве запросов и варьировании скорости обработки.

Анализ данных модели позволяет выявить, что снижение времени обработки одного запроса сервисом в два раза, например, за счет оптимизации программного кода позволит снизить время ожидания в очереди в 3-4 раза. Важным результатом моделирования является также суммарное время выполнения запроса, которое складывается из времени ожидания и времени выполнения. При снижении скорости выполнения время общего ожидания возрастает экспоненциально за счет увеличения длины очереди.

Таким образом, при невозможности оптимизировать выполнение запросов, и увеличении нагрузки на сервис необходимо применять более сложные варианты сервисных архитектур, в частности распараллеливание обработки.

Таблица 1

Зависимость среднего и максимального времени выполнения запроса сервисом от частоты поступления запросов

Скорость обработки запросов сервисом (запросов/с)		30
Частота поступления запросов (запросов/с)	Среднее время ожидания в очереди(с)	Максимальное время ожидания в очереди (с)
30	0,05	0,2
45	0,3	1,2
50	1,5	4,3
Частота поступления запросов (запросов/с)		30
Скорость обработки запросов сервисом (с/запрос)	Среднее время ожидания в очереди (с)	Максимальное время ожидания в очереди (с)
0,25	0,01	0,08
0,5	0,03	0,18
0,75	0,12	0,55

На рис. 3 представлена дискретно-событийная модель, которая имитирует запуск запросов к сервису от N клиентов. Сервис, в данном случае выполняется в компьютерной системе, имеющей 2 процессора, куда запросы направляются из общей очереди с равной вероятностью по мере их освобождения. После выполнения запроса сервисом клиентам отправляются ответы, который также выстраиваются в очередь на отправку. Для проведения экспериментов модель использует несколько параметров: N – количество клиентских приложений, отправляющих запросы к сервису со скоростью λ, при том, что каждое из ядер процессора выполняет запрос к сервису со скоростью μ.

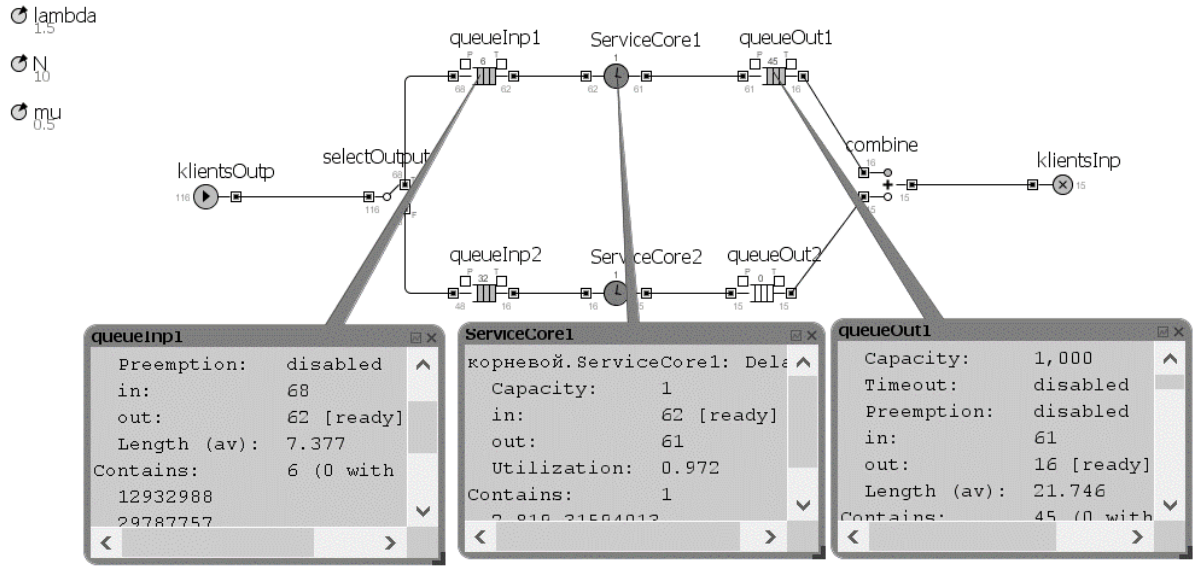


Рис. 3. DEVS для системы обработки запросов к сервису множеством клиентов и несколькими обрабатывающими ядрами

Результаты моделирования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость показателей качества сервиса от количества клиентских приложений и количества ядер процессора сервиса (λ=1,5 з/с, μ=0.5 з/с)

Количество клиентских приложений (N)	Количество ядер	Среднее время ожидания (с)	Максимальное время ожидания (с)	Пропускная способность сервиса (запросов/с)
10	1	2,5	3,2	7,5
10	2	1,3	1,6	15,8
20	1	4,5	5,9	8,1
20	2	2,5	2,9	16,2
40	1	2,7	2,9	7,6
40	2	3,9	4,2	15,0

Можно заметить, что увеличение параллелизма приводит к снижению времени ожидания запроса в системе до тех пор, пока не превышен некоторый уровнень нагрузки (количество клиентских приложений). Также становится очевидно, что загруженность не влияет на пропускную способность сервиса. Такое поведение подтверждает известное утверждение из теории массового обслуживания, что в закрытой системе пропускная

способность не зависит от уровня параллелизма и зависит только от скорости обслуживания [9].

Выводы. При разработке программных решений с применением сервисно-ориентированного подхода существует проблема отсутствия единой среды тестирования и инструментов, обеспечивающих необходимые функции для тестирования. Это обусловлено неоднородностью и сложностью системных решения SOA, множеством возможных тестовых комбинаций за счет интеграции автономных сервисов, включением услуг от разных, часто конкурирующих поставщиков, динамичностью платформы из-за доступности новых функций и сервисов. Представленная работа описывает подход, приближающий к решению этой проблемы.

Исследование показателей качества сетевых сервисов позволило выявить наиболее набор характеристик, которые предлагается изучать с применением дискретно-событийного моделирования.

Примененный подход позволяет определить общие тенденции характеристик качества различных сервисных архитектур и выявить некоторые шаблоны, которые могут стать основой при обосновании решений по выбору архитектуры при разработке сетевых программных сервисов. Моделирование позволяет предсказать характеристики качества сервиса, который не был протестирован в реальных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Endrei, J. Ang, A. Arsanjani “Patterns: ServiceOriented Architecture and Web Services” Available at: https://www.researchgate.net/publication/200167132_IBM_Patterns_service-oriented_architecture_and_web_services

2. D.Benslimane, D.Schahram, S. Amit (2008)."Services Mashups: The New Generation of Web Applications".IEEE Internet Computing, vol. 12, no. 5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. pp.13–15. Archived fromthe original on 2011-09-28. Retrieved 2020-03-12.

3. Seong Ki Kim, Sang Yong Han “Performance comparison of DCOM, CORBA and Web service” Available at: https://www.researchgate.net/publication/221132493_Performance_comparison_of_DCOM_CORBA_and_Web_service

4. Tsai, W., Chen, Y., Paul, R. (2005), "Specification-Based Verification and Validation of Web Services and ServiceOriented Operating Systems," 10th IEEE International Workshop on ObjectOriented Real-Time Dependable Systems (WORDS05), Sedona, 139-147.
5. Ch Ram Mohan Reddy, R. V Raghavendra Rao “QOS of web service: survey on performance and scalability” 1 ITCSE, ICDIP, ICAIT - 2013 pp. 65–73
6. H. Samer, A. Ali “An Approach of Web Service Quality Attributes Specification”/ IBIMA Publishing Communications of the IBIMA/ Vol. 2010 (2010) Available at: http://www.ibimapublishing.com/journals/CIBIMA/cibima.html
7. R. L. Bagrodia, K. M. Chandy, J. Misra (1987) “A message-based approach to discrete event simulation”. IEEE Trans. Software Eng. 13:654-665
8. B. P. Zeigler (1976) “Theory of modelling and simulation” New York: Wiley
9. Mor Harchol-Balter “Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action”: February 2013 Publisher: Cambridge University Press ISBN: 9781107027503.
10. “How to Efficiently Test Service Oriented Architecture” | WSO2 Inc". wso2.com. Retrieved September 22, 2016.

3.5. Risk modelling of alternative investments

Modern financial investments can be structured into two types. The first type is traditional investments, which include publicly traded equities, fixed income securities, and cash. The second type is alternative investments, which are broadly defined as all those that are not traditional. Such an approach to definition covers a very wide class of investments, which are sometimes difficult to consider as financial. Often, they cannot be used by financial institutions in the design of their portfolios. For example, antiques, collection wines, and others fall into this category. In our study, we are based on the approach to characterize alternative investments through the “by inclusion” approach. There are also arises of multidirectional inclusion of various assets represented by various publications. At the same time, we take as a base the classes of alternative assets presented in [1]. There are four basic classes of alternative investments indicated there:

Real assets

Hedge funds

Private Equities

Structured products

They are different parts of total capitalization. The distribution of capitalization in 2017 was as follows [1]. The class of real assets has 36% of total capitalization, the class of hedge funds indicates 28% and the class of private equities indicates 35%. The class of structured products has only 1% of total capitalization. According to PwC estimates, in the baseline scenario, the market capitalization of the first three classes will be 13.6 trillion USD in 2020 [2]. It should be noted that another asset class, which has been actively developing over the past 5 years, is not included in this structuring. We are talking about cryptocurrencies, which according to [3] in March 2020 already had more than 5.2 thousand types. At the same time, the cryptocurrency market as an alternative investment is still small in comparison with the above. It is approximately

190 bln USD in march of 2020 [4]. Therefore, in this study, we did not analyze it. However, such an analysis is presented in [5].

The alternative investment market is an actively developing segment that brings new opportunities for investors. Opportunities are determined by two properties of such investments. The first is the risk-return ratio, which is different from similar ratios for different classes of traditional assets. To simplify, we can talk about higher returns associated with greater risk. The second property is the low correlation of alternative investments with traditional assets and between different classes of alternative assets. This determines the main interest of portfolio investors in alternative investments. Because, by adding a certain percentage of alternative assets to the portfolio of traditional assets, the expected return on the portfolio increases. However, the risk may not be increased due to the diversification effect. Thus, increasing the expected return while maintaining the risk level of the portfolio is of investment interest.

A special impetus for the use of alternative investments is the emergence and development of such tools as ETFs (Exchanged Traded Funds). Using this tool can greatly simplify the formation of investment portfolios, including ETFs that reflect alternative investments. Moreover, this allows us to systematize the risk analysis of various alternative assets, which, in fact, is the basis of our study.

Materials and Methods. Our study was based on several methodological starting points. In fact, the choice of these points which determined the significance of the calculations and the possibility of applying the results.

The first point is the use of ETFs as a basic investment tool. ETFs returns on alternative investments are at the core of our risk analysis and modeling. The first ETF was introduced in 1989 and now this is a very popular financial instrument. The capitalization of ETF exceeded 4 trillion USD. Exchange-traded funds are set up to mirror the performance of indexes or sub-indexes. It is very suitable for modeling alternative investments return. Because typically institutional investors do not want to buy “real” commodities or precious metals. ETFs provide the possibility to form portfolios through the financial instrument which

indicates indices of many alternative investments. ETFs trade on stock exchanges, just like stocks. That's different from mutual funds, which you can only buy at the end of the day at a price that reflects the fund's value at the close of trading. ETFs are less expensive to hold in the portfolio. ETFs give a low-cost way to invest in a narrow market segment. That's typically cheaper than investing in a mutual fund with a similar focus. They also more simply and understandable which attract individual investors from middle class.

It is necessary to note that general market includes ETFs and ETNs (Exchange Traded Notes). Our research combine in one class for which we use the term "ETF".

As the second starting point of the study, we have chosen the breadth of coverage of alternative investments. This, in turn, led to a representative sample of the types of alternative investments included in the analysis. As a basis, we chose the following ETF database: ETF Database [6]. This database was established in 2009 year. From our point of view now it is the world's largest ETF-focused digital database. This database structured alternative investments for ten categories of ETF and we have included categories into our sample presented into Table1. The figures into the braces show how much ETF are involving into corresponding categories.

Table 1

Classes of alternative investment

Real Assets		***Hedge Funds***	***Private equities***
Commodities	***Real Estate***		
Agricultural commodities ETFs (19)	Real estate ETFs (30)	Hedge Funds ETFs (23)	Private equities ETFs (8)
Commodities ETFs (9)	Global Real Estate ETFs (6)	Long short funds ETFs (26)	
Metals ETFs (9)			
Oil & Gas ETFs (15)			
Precious Metals ETFs (25)			

Totally the initial sample of alternatives includes 194 with capitalization 149,1 billion USD and the middle of March 2020.

Next, our step in this direction was withdrawing from consideration ETF with capitalization lower 10 mln USD. The basic reasons for the following. First of all, it relatively small for portfolio investment strategies of institutional investors. Also, it may be a very volatile price when some large buying will be held. After withdrawing from consideration small ETFs we have analyzed the availability of data. There was formulated condition about the available data of ETF trading for 5 years. This condition was raised from a desire to construct a representative data sample. There are 5*52=260 weekly data of return and we think that sample is representative. After applying all conditions we have received 83 ETF with total capitalization 138,6 bln USD. Total capitalization did not change essentially (93%).

Third, our crucial focus was based on the complex understanding risk of investing. Classically, risk is potential losses as a consequence of uncertainty [7]. We have structured our research in two directions. The first direction involves represented risk by one number. This approach named risk measurement and logically include mapping from the probabilistic nature of uncertainty to positive numbers. If R represents the return of investment asset, then risk measurement is:

$$\rho(R)\rightarrow[0;+\infty] \quad (1)$$

In our research we use weekly returns of ETFs from the sample.

So, risk measurement supposes to introduce some mapping ρ which each random variable R assigned a non-negative number.

There are many risk measures are using in theoretical researches and practice application. See for example [8]. We divided risk measuring in our research into 3 groups:

1. Risk measurement through volatility approach.
2. Risk measurement through Value-at-Risk (VaR) methodology.
3. Risk measurement through sensitivity indicators.

Combining results of risk measurement obtained in different approaches we formed a complex vision for risk of alternative investments. It follows to achieve the goal of our research.

The second direction of our risk modeling is the estimation of probability distribution functions (pdf) of chosen ETF`s returns. This purpose was realized by using product EasyFit 5.6. EasyFit supports over 50 continuous and discrete probability distributions. The estimation of better fitting of pdf for historical data is possible to do by means of 3 criteria. They are Kolmogorov-Smirnov, Darling-Anderson, χ-squared

The logic of it modeling is finding what class of distributions is fitting better for corresponding ETF classes. One of the important questions here is to analyze the behavior of the tail of the distribution. Long and/or heavy tails are indicators of the potential high risk of extremal deviations.

Risk measurement through volatility approach. This approach was originated from Harry Markowitz's papers devoted to portfolio theory foundations [9]. Markowitz proposed standard deviation as a portfolio risk measure and created efficient frontier at the plain “standard deviation-expected return”. So, the picture of investment options at this plain is standard for visualization risk-return correspondence. Below we illustrate the presentation of our sample of ETFs at this plain.

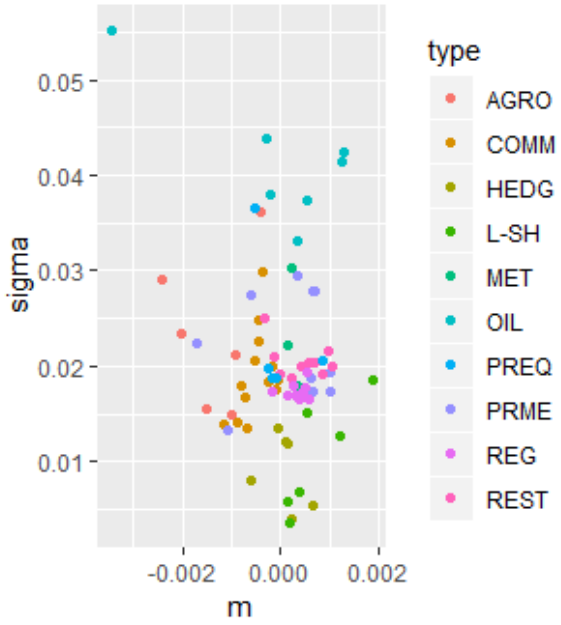


Fig. 1. A figure caption is always placed below the illustration. Short captions are centered, while long ones are justified. The macro button chooses the correct format automatically

Other risk measures of such approach involve:

Range

Inter-quantile range

Semi-standard deviations

Skewness

Kurtosis

The range is the simplest risk measure which equals the difference between the maximum and minimum possible values of return R:

$$L(R) = \max_{[0,T]} R(t) - \min_{[0,T]} R(t) \quad (2)$$

Range as risk indicator is important for investors from the point of view of receiving a general vision about future possibilities (it is assumed that future return`s behavior will be the same as historical return`s behavior). The shortcoming of applying range is that maximum and minimum returns were on peak and crisis times. These may be rare events and not relevant for periods of stability.

Inter-quartile range to some extent change logic of range because focuses on 50% basic (or central) values. The definition of this difference between 75% and 25% quantiles:

$$Q(R)=Q_{75\%}(R(t))-Q_{25\%}(R(t)) \quad (3)$$

Risk measures as semi-standard deviations and skewness characterize risk from the point of asymmetry. The background of asymmetry is raised from the expected utility theory. Typically, the third derivative of the utility function of risk-averse investor is positive[10] and this derivative is a multiplier for skewness in Taylor's expansion of expected utility. So, expected utility will increase when positive skewness and will decrease when negative skewness. Speaking in general terms, negative skewness indicates a long left tail of the distribution, or the possibility of larger losses than profits. Positive skewness indicates a long right tail of distribution which connected with possible high returns. Analysis of asymmetry estimation based on the skewness is presented in Table 4.

Semi-standard deviations can be defined through the specific transformation of the definition of standard deviation. The logic is considered inde-

pendently deviations from mean upward (designates as $\sigma^+(R)$) and downward (designates as $\sigma^-(R)$). Asymmetry can be presented graphically at the plain ($\sigma^+(R)$; $\sigma^-(R)$).

Kurtosis is an important risk measure which "tries to catch" long tail of probability distribution function.

Of course, volatility measures involved in our consideration not all possible.

We decide to consider by means comparative analysis range, standard deviation and kurtosis. Our results present in Table 2.

Table 2

Risk measures.

	Range	*STD*	*Kurtosis*
AGRO	0,1476	0,0233	0,5879
COMMODITIES	0,1058	0,0191	0,3111
PRECIOUS METALS	0,1370	0,0210	0,6569
HEDGE	0,0691	0,0091	2,1889
LONG SHORT	0,0804	0,0113	2,0206
METAL	0,1548	0,0235	1,0001
OILS	0,2487	0,0417	0,2976
REAL ESTATE	0,1278	0,0205	0,5933
PRIVATE EQUITY	0,1774	0,0229	4,3696
REAL ESTATE GLOBAL	0,1089	0,0174	0,9497

The question of classification alternatives investments according to these three measures provide us by interesting results.

We have normalizing by each measure of risk for ordering from high risk to low risk. There was applied following "natural" normalizing approach:

$$N(RM) = \frac{X_i - min(X_i)}{max(X_i) - min(X_i)} \quad (4)$$

Where RM is risk measure, X_i are risk measure values for ETF classes (see Table 3).

The values were divided for three group. First group is characterized by low risk with condition $\leq 0{,}25$. Second group correspond to average risk $0{,}25 \leq$ and $\leq 0{,}5$. Higher risk presents in third group with condition $0{,}5 \leq$.

The analysis of results leads to conclusions that risk measures range and STD provide similar ordering, but kurtosis provides different ordering. The most risk class of ETF is “Private equities” (see Table 4).

Table 3

Normalizing values of risk measures.

Range normalizing		*STD normalizing*		*Kurtosis normalizing*	
ETF classes	N(C1)	ETF classes	N(C2)	ETF classes	N(C3)
OILS	1,000	OILS	1,000	PRIVATE EQUITY	1,000
PRIVATE EQUITY	0,603	METAL	0,443	HEDGE	0,464
METAL	0,477	AGRO	0,437	LONG SHORT	0,423
AGRO	0,437	PRIVATE EQUITY	0,422	METAL	0,173
PRECIOUS METALS	0,378	PRECIOUS METALS	0,366	REAL ESTATE GLOBAL	0,160
REAL ESTATE	0,327	REAL ESTATE	0,350	PRECIOUS METALS	0,088
REAL ESTATE GLOBAL	0,222	COMMODITIES	0,307	REAL ESTATE	0,073
COMMODITIES	0,204	REAL ESTATE GLOBAL	0,254	AGRO	0,071
LONG SHORT	0,063	LONG SHORT	0,067	COMMODITIES	0,003
HEDGE	0,000	HEDGE	0,000	OILS	0,000

There are interesting results: domination negative skewness. Only classes corresponding with metals demonstrates positive asymmetry and AGRO has not clearly marked domination.

Risk measurement based on the methodology of VaR is regulatory adopted for banks and insurance companies. From an economic point of view, VaR is used to estimate the minimum capital requirements which can be used for compensation losses raising from market risk. It presented in Basel III and Solvency II. Teoretical and practical points of view for VaR is presented in [12].

This risk measure presents quantile corresponded to some level of safety (example 95%, 99% or 99,5%). If for example, VaR orients for 95% than 5% biggest losses will throw off. VaR will cover maximum losses at the framework of 95% possibilities. As an example, in Solvency II capital requirements are determined on the level 99,5% over one year. This means that capital of insurance

company should cover potential market losses (arising from changes in market values of the asset including into investment portfolio) with confidence level 99,5% for one year [13].

Table 4

Analysis risk in the asymmetry context

Type	*Percentage of negative skewness*	*Percentage of positive skewness*	*Average values of negative skewness*	*Average values of positive skewness*	*Characteristic*
AGRO	50%	50%	-0,0776	0,2140	No clearly marked domination
COMMODITIES	100%	0%	-0,2082		Strongly negative e
PRECIOUS METALS	31%	69%	-0,2545	0,1117	Domination positive
HEDGE	100%		-0,2545	0,1117	Strongly negative
LONG SHORT	100%		-0,6564		Strongly negative
METAL		100%	-0,4223		Strongly positive
OILS	86%	14%	-0,1798	0,1396	Domination negative
REAL ESTATE	100%		-0,6564		Strongly negative
PRIVATE EQUITY	100%		-1,0336		Strongly negative
REAL ESTATE GLOBAL	100%			0,4722	Strongly negative

VaR is a very efficient measure for market risk measurement. It includes three parameters in one number: 1) confidence level 2) time horizon 3) losses. Together with the advantages, this measure has shortcomings. The first shortcoming raises from the fact that VaR really only one point of probability distribution function (pdf). The behavior of pdf left-side and right-side from VaR is out of consideration. Second, the gap of VaR is absent from coherency property.

Coherency property of Value-at-Risk occurs only for the elliptical class of distributions.

The generalization of VaR is Conditional Value-at-Risk (CVaR) (or another name is ES – Expected Shortfall). This is conditional mathematical expectation:

$$CVaR(R) = E(R| \leq VaR) \quad (5)$$

The advantages of CVaR include the coherency of this risk measure and more correct consideration of possible losses. More correctness means that it oriented for average losses through the tail, not one point as VaR.

The application both risk measures to the sample of ETF`s return we have obtain presentation of risk pictured at Fig. 2.

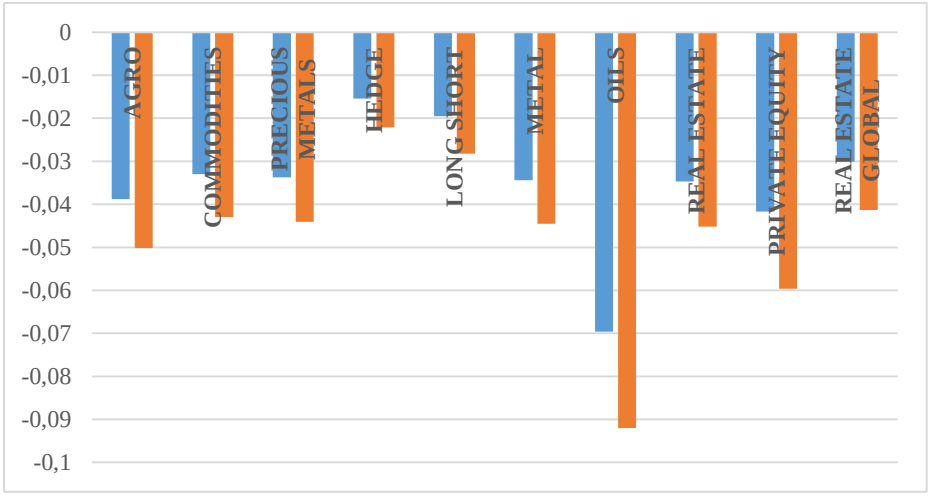


Fig. 2. VaR and CVaR

So, it is interesting that at the frameworks of this risk measurement there are two classes market out: Oil and Private equity.

Risk measurement based on the sensitivity indicators supposes estimation changes of returns as a consequence of changes of some factor (or factors). The strength of this approach is grounded on the possibility to divide risk into two parts. One part corresponds to systematic risk and the other part represents non-systematic risks. Systematic risk reflects the impact of factor (or factors) to return the asset. Sensitivity analysis involves procedures for assessment of such impacts. The classical approach consists of using a linear regression model for return:

$$R_A = \alpha_A + \beta_{A1} \cdot F_1 + \cdots + \beta_{Ak} \cdot F_k + \epsilon_A. \quad (6)$$

Where $F_1,\ldots, F_k$ represent chosen factors as sources of systematic risks. It may be different macroeconomic factors or index values. The division of risk for systematic and nonsystematic can be realizing if the procedure of factors orthogonalization will be done. The main logic of this is to delete the correlation between factors. One of the typical approaches is PCA (Principle Component Analysis). When factors will be orthogonal (non-correlated) is it possible to use the following two component vector for estimation systematic and non-systematic risks:

$$\left(\frac{\sum_1^k {\beta_{Ai}}^2 {\sigma_i}^2}{\sum_1^k {\beta_{Ai}}^2 {\sigma_i}^2 + \sigma^2(\epsilon_A)}; \frac{\sigma^2(\epsilon_A)}{\sum_1^k {\beta_{Ai}}^2 {\sigma_i}^2 + \sigma^2(\epsilon_A)}\right). \quad (7)$$

The first part of this vector will be interpreted as systematic risk, the second part is non-systematic.

In our research, we have investigated sensitivity analysis for two systematic risk factors. First is SPDR SP500 (ETF for SP500 index), Second is iShares Core U.S. Aggregate Bond ETF (AGG) (ETF for aggregated bond index). We used a one-factor models. The background for such approach is sensitivity analysis to factors raised from two basic classes of traditional investments: equities and bonds. Results are below.

Table 5

Risk measurement for systematic risk raised from index S&P500

SPY	b_1	b_0	R^2	*P-value*
AGRO	0,1080	0,0021	0,0160	0,1634
COMMODITIES	0,3539	0,0021	0,1389	0,0000
PRECIOUS METALS	-0,0508	0,0020	0,0138	0,2249
HEDGE	1,1273	0,0016	0,3150	0,0357
LONG SHORT	1,3828	0,0013	0,6355	0,0000
METAL	0,2266	0,0019	0,0847	0,0000
OILS	0,1335	0,0019	0,0950	0,0065
REAL ESTATE	0,4003	0,0017	0,2409	0,0134
PRIVATE EQUITY	-0,0382	0,0001	0,0309	0,0069
REAL ESTATE GLOBAL	0,6284	0,0017	0,3795	0,0000

Table 6

Risk measurement for systematic risk raised from index AGG

AGG	b_1	b_0	R^2	*P-value*
AGRO	-0,0308	0,0000	0,0190	0,1338
COMMODITIES	-0,0208	0,0001	0,0084	0,2287
PRECIOUS METALS	0,1066	0,0000	0,2039	0,0017
HEDGE	0,0133	0,0001	0,0227	0,2030
LONG SHORT	0,0185	0,0001	0,0560	0,1019
METAL	-0,0104	0,0001	0,0246	0,0365
OILS	-0,0118	0,0001	0,0108	0,1284
REAL ESTATE	0,0580	0,0000	0,0780	0,0337
PRIVATE EQUITY	-0,0382	0,0001	0,0309	0,0069
REAL ESTATE GLOBAL	0,0644	0,0001	0,0621	0,0117

The basic result that affecting of considered systematic factors is different for ETFs classes. Thus, S&P500 return affects on return ETF from classes HEDGE FUNDS, LONG SHORT and REAL ESTATE GLOBAL. Other classes have not essential sensitivity to changes in S&P500 returns.

There is no evidence about strong sensitivities of ETFs to bond index AGG. At the same time half classes indicate negative beta-coefficients.

One of the approaches to risk modeling is the *probability distribution function modeling.* The simulation is based on historical data. This approach is more general because the risk is reflected not by a single point (as present in risk measure) but by a whole probability distribution curve. With such a curve, it possible to calculate all of the specified measures of volatility risk and VaR and CVaR. Identifying the distributions that best approximate the return of the ETF classes allows to apply comparative analysis in the context of distribution types.

For this simulation, we used the program EasyFit 5.6. The program provides for the selection of the optimal distribution by three criteria Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling and Chi-square. Selection is made from more than 55 types of distributions.

Five distributions were allocated to each ETF in the simulation process, with the highest level of significance. Each of these five distributions met the adequacy condition with a 99% confidence level. They were then assigned a rel-

ative score: five points for the most acceptable distribution, four points for the second-best option, and so on. The valuation for each distribution, within one asset group, was added and sorted in descending order. In addition, the allocation was most often characterized by the best level of value for most single-class exchange-traded investment funds. The comparative table is Table 7.

To evaluate the risk and to identify commonalities in certain groups of alternative investment assets, it is worth analyzing the left tail of the distribution. Because it reflects negative performance indicators. Long-tail reflects the likelihood of extreme financial results.

Analyzing the results, it can be noted that for certain categories of alternative assets, one can distinguish the type of distribution that best characterizes the profitability of a particular group ETF. Thus, the four-parameter distribution of Burr (8) and the inverse of the four-parameter distribution of Dagum (2), characterized by long left-sided tails, best characterize the returns on hedge funds, short-long strategies, precious metals, and real estate investments in local and global real estate. These allocations are widely used in researching the risks associated with stock market operations [10]. Based on the nature of the tailings of the simulated distributions, it can be concluded that these alternative asset classes are characterized by a potentially higher risk of critical losses.

$$f_{Burr}(x) = \frac{\alpha k(\frac{x-\gamma}{\beta})^{\alpha-1}}{\beta(1+\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha})^{k+1}} \quad (8)$$

$$f_{Dagum}(x) = \frac{\alpha k(\frac{x-\gamma}{\beta})^{\alpha k-1}}{\beta(1+\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha})^{k+1}} \quad (9)$$

The Johnson distribution (10) best characterizes the distribution of ETF returns in the categories Private equity, Oil, Commodities and AGRO. Based on the analysis included in each of the categories of exchange-traded funds, it can be observed that Johnson's distribution is characterized, as stated above, by a smaller left-hand slant, and therefore these alternative asset categories have, in this aspect, a lower level of risk of critical losses than those characterized by Dagum or Burr distributions.

Table 7

Probability Distribution Functions Modelling

Classes of ETF	Number of ETFs	A typical distribution			
		The most often pdf best type	Number	Type of PDF based on complex estimations	Scores
AGRO	6	Three-parameter Log-Logistic / Johnson	2	Johnson	17
				Four-parameter Burr	14
				Three-parameter Log-Logistic	12
COMMODITIES	13	Four-parameter Burr	4	Johnson	39
				Four-parameter Burr	34
				Beta	20
PRECIOUS METALS	13	Four-parameter Burr / Four-parameter Dagum	4	Four-parameter Burr	40
				Four-parameter Dagum	33
				Three-parameter Log-Logistic	29
HEDGE	6	Johnson	2	Four-parameter Dagum	21
				Four-parameter Burr	17
				Three-parameter Log-Logistic	16
LONG SHORT	7	Four-parameter Burr	3	Four-parameter Burr	27
				Johnson	19
				Three-parameter Log-Logistic	19
METAL	3	Four-parameter Dagum	2	Three-parameter Log-Logistic	12
				Four-parameter Dagum	10
				Four-parameter Burr	7
OILS	7	Three-parameter Log-Logistic	3	Johnson	24
				Four-parameter Burr	23
				Three-parameter Log-Logistic	21
REAL ESTATE	14	Four-parameter Bar / Four-parameter Dagum	5	Four-parameter Burr	57
				Johnson	45
				Four-parameter Dagum	39
PRIVATE EQUITY	5	Four-parameter Dagum	3	Johnson	19
				Four-parameter Bar	18
				Four-parameter Dagum	15
REAL ESTATE GLOBAL	9	Four-parameter Bar	6	Four-parameter Bar	42
				Johnson	31
				Four-parameter Dagum	22

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi}\sqrt{z^2+1}} \exp\left(-\frac{1}{2}(\gamma + \delta \ln(z + \sqrt{z^2+1}))^2\right) \quad (10)$$

The three-parameter Log-logistic Distribution (11) characterizes the yield in the category of metals, which is generally characterized by a significant skew to the right, indicating a low level of risk in this category of investment assets.

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta}\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha-1}\left(1 + \left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha}\right)^{-2} \quad (11)$$

Conclusion. Alternative investments have been presented by exchanged traded funds (ETF) and such approach may be effective for the analysis. At the frameworks of our research alternative investments were structured into 10 classes ETFs. Each class includes sample of ETF corresponds to some type of alternative investments. The risk measurement was applied to ETFs from this classes. The applying was considered from complex point of view which supposed involving different conceptual approaches.

The application of risk measurement approach based on volatility conception leaded to following results. First of all was identified most risky classes. They are classes of Private equities and Oils. It is interesting thing that risk estimation by standard deviation and kurtosis is essentially non-homogeneous. Second, the asymmetric analysis grounded on skewness indicates that vast majority of classes are characterizes by strong negative skew.

The application of approach based on Value-at-Risk methodology volatility conception indicated wo classes with high VaR and CVaR. They are also Private equities and Oils. Combine together results from two approaches we can conclude that these classes are most risky from alternative investments.

The consideration of risk measurement through sensitivity approach indicates relatively low sensitivity except ETFs classes of hedge funds and long short. Changes of returns of ETF from these two classes shows reaction to changes of return ETF fund SPDR. This ETF correspond to index S&P500. Sensitivity to ETF which adequate bond index AGG is not essential.

Fitting of probability distribution functions for returns of ETFs it is possible to conclude, that most suitable types of pdf are: Johnson, Burr, Dagum and

Log-logistic. First one is pdf with rapidly decreasing tail. Three other types have relatively heavy tail (in comparison with normal distribution).

ETF classes are differing by risk level and risk characteristics. Investment choice should estimate risk from different approaches for better understanding risks and forming portfolio from ETF.

REFERENCES

1. Alternative Investments: CAIA Level I (Wiley Finance) 4th Edition by Donald R. Chambers, Mark J. P. Anson, Keith H. Black, Hossein Kazemi, CAIA Association.
2. Alternative asset management 2020 Fast forward to centre stage
3. https://coinmarketcap.com/all/views/all
4. https://investing.com
5. Kaminskyi. A. Investment risks and their measurement/ A. Kaminskyi, R. Motoryn, K. Pysanets // Probability in Action. – V3. 2019, - pp. 103-114.
6. ETFdb.com
7. Kaminskyi, A. Portfolio management
8. Kaminskyi, A., & Nehrey, M. (2019, September). Investment Risk Measurement for Agricultural ETF. In Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019). Atlantis Press.
9. Markowitz, H. (1959). Portfolio selection: Efficient diversification of investments (Vol. 16). New York: John Wiley.
10. Dubnitsky, V. Yu., Petrenko, A. E. (2011). Estimation of Bradford, Barr and Dagum distribution parameters by maximum likelihood method. Information processing systems. - 2011, № 4 - p. 126-129.
11. Scott R., Horvath P. On the direction of preference for moments of higher order than the variance, “Journal of Finance”, V.35, pp.915–919, 1980.
12. Holton G. Value-at-Risk: Theory and Practice, Elsevier Science, 2003.
13. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/MEMO_15_3120

3.6. Методи цілеорієнтованої розробки вимог до управлінських інформаційних систем

Керування вимогами є однією з дисциплін інжинірингу інформаційних систем, важливість якої є безумовною і беззаперечною. Крім якості кінцевого продукту, вимоги визначають й інші характеристики проектів – вимушене внесення змін до вимог після початку процесів проектування і реалізації призводить до суттєвого збільшення тривалості проекту та підвищення його вартості.

Виконання вимог замовника до функцій і характеристик ІС прийняте у дослідженнях Standish group одним з показників успішності проектів. Відповідно, звіти про стан справ у галузі ("Chaos report"), що публікуються, починаючи з 1995р., свідчать, що помилки у керуванні вимогами залишаються серед головних причин проблем. У звіті за 1994р. [1] половина з названих факторів погіршення проекту була пов’язана з вимогами: неповнота вимог, брак залучення користувачів, нереалістичні очікування, змінення вимог і специфікацій, зникнення потреби у результатах проекту.

Принципові зміни у методології The Standish Group, подані у звіті за 2015 рік [2], теж пов’язані з вимогами. Протягом двадцяти років критеріями успішності проектів були термін (проект завершено в узгоджені з замовником терміни), бюджет (витрати на проект не перевищили заплановані) та ціль (результатом проекту стало повне виконання вимог замовника). Останній критерій було замінено на "задовільний результат". Автори [2] пояснили запровадження змін бажанням врахувати не просто кількісні оцінки виконання проекту, звичайні для проектного менеджменту, а й досягнення цілей замовників і користувачів.

Урахування якісних оцінок цінності та задовільності результатів проекту призвело до зменшення частки успішних проектів на 7-10% у різні роки порівняно з попередніми розрахунками згідно старої методики (27%-31% порівняно з 36%-41% за 2011-2015 рр.) При цьому було зроблено ва-

жливе спостереження про те, що оцінки вищі для тих проектів, в яких було реалізовано набагато менше функцій і характеристик з посеред специфікованих і задоволені лише очевидні потреби. Іншими словами, реалізація функцій і характеристик зі специфікації вимог потенційно збільшує вартість, ризикованість та якість проекту, але не забезпечує гарантовано його цінність.

Тому метою дослідження є визначення способів коригування традиційних підходів і методів керування вимогами з метою забезпечення системності виявлення вимог у контексті цілей стейкхолдерів; врахування як явних, так і неявних потреб, пріоритетів, уявлень і припущень; розробка багатоаспектних моделей вимог; активного трасування і корекції вимог під час проектування і реалізації системи, а також протягом її супроводження і модернізації.

Загальноприйнята класифікація вимог [3,4] за змістом розрізняє функціональні вимоги, як перелік сервісів, що їх має виконувати система залежно від її типу і потреб користувача, та нефункціональні вимоги – опис характеристик системи та її оточення.

К. Вігерс [4] розподіляє вимоги за рівнями на бізнес-вимоги, вимоги користувачів і функціональні вимоги з доповненням кожної з названих груп нефункціональними вимогами. Бізнес-вимоги, тобто високорівневі цілі організації, є основою для формулювання вимог користувачів, а бізнес-правила разом з залежними від них атрибутами якості визначають функціональні вимоги. Специфікація вимог повинна містити функціональні вимоги, атрибути якості, обмеження та вимоги щодо інтерфейсу.

Вважається, що джерелом бізнес-вимог є представники користувачів, покупців чи замовників системи або інших стейкхолдерів. Найчастіше застосовуються анкетування, інтерв’ю, спостереження, вивчення документів та існуючих систем, рольові ігри, метод мозкового штурму, сценарії. Традиційний процес збирання вимог є надто тривалим, часто подає недостовірні або навіть неправильні результати, спирається на припущення про діяльність, яку ще не розпочато, має багаторазово повторюватись через зміни

в оточенні. Під час формування бізнес-вимог слід додатково враховувати такі фактори:

− вимоги можуть бути неточними або неправильними з точки зору відповідності очікуванням замовника, а також суперечливими через розбіжності в інтересах та пріоритетах стейкхолдерів або неузгодженість опорних поглядів на те, що має робити ІС;

− вимоги можуть бути сформульовані у надто загальній формі, що ускладнить їх конкретизацію та формулювання функціональних вимог, а також унеможливить перевірку їх виконання у розробленій ІС;

− вимоги можуть бути надто конкретними, категорично зумовлюючи певні рішення щодо технології, архітектури, видів забезпечення або ін. При цьому зменшується кількість альтернатив, що розглядаються, і можуть виключатись з аналізу кращі (оптимальніші) варіанти, отже вартість і тривалість проекту збільшуються, а продуктивність знижується. Водночас конкретно сформульовані вимоги не завжди відображають справжні потреби замовника, що стоять за цими вимогами. Наприклад, вимога переведення сервісів у хмару може приховувати потребу у масштабуванні, яка стосується не лише технічного, а й програмного забезпечення. Таким чином, реалізація вимоги не задовольнить замовника.

З метою вирішення вказаних проблем пропонується два підходи – забезпечення процесу керування вимогами додатковою інформаційно-аналітичною підтримкою і розширення моделей вимог.

Інформаційно-аналітична підтримка розробки та аналізу бізнес-вимог має спиратись на:

− функціональні моделі (моделі бізнес-процесів або діяльності), що відображають поточний стан процесів, і результат моделювання різних сценаріїв змінення процесів;

− виявлення та врахування політичних, юридичних, екологічних та інших обмежень;

− імітації процесів розроблення ІС з прогнозуванням їх результатів, продуктивності та інших показників за реалістичних обмежень часу і ресурсів;

− аналіз ринкових пропозицій – аналіз систем, пропонованих конкурентами, з метою визначення функцій та характеристик, достатніх для досягнення переваг, зокрема, за мінімальних зусиль;

− аналіз перспектив розвитку технологій – вивчення варіантів можливого використання технологічних новацій для змінення процесів та урахування цих варіантів під час дослідження сценаріїв розвитку;

− аналіз ризику і врахування невизначеності – розробку вимог слід розглядати як прийняття рішень в умовах слабо- та неструктурованих ситуацій з можливими непередбачуваними відхиленнями реальних результатів від очікуваних, що вимагає застосування відповідних методів.

Нині керування вимогами розглядається [3,4,5] як повторюваний цикл процесів виявлення, аналізу, специфікації та валідації, тому пошук релевантної інформації, добування знань, оцінювання альтернатив й аналіз сценаріїв повинні відбуватись на постійній основі. Інструментом для інтеграції всіх цих процесів в єдиний процес системного інжинірингу є моделі вимог.

Хоча керування вимогами є цілком сформованою дисципліною, традиційно сформульовані вимоги охоплюють здебільшого процеси і дані, практично не торкаючись обґрунтувань і проблем високого рівня. Для вирішення цієї проблеми, відображення потреб користувачів, подання причин, з яких потрібна система, і спрямовування усіх проектних рішень слід прийняти цілі як окремий об’єкт аналізу і моделювання.

Ціль визначається [5] як розпорядче твердження про наміри, що їх повинна задовольнити система у взаємодії з агентами. Агентом є активний компонент системи, який відіграє специфічну роль з досягнення цілі. Агентами можуть бути люди, технічні засоби, існуючі або проектовані програмні системи.

Специфічними ознаками цілей, що відрізняє їх від характеристик предметної області та операційних процедур, є декларативність і, водночас, розпорядчий характер. Цілі визначаються з різним рівнем абстракції: на високому – як стратегічні цілі бізнесу або організації, а на нижчих – технічні цілі, пов'язані з проектними рішеннями. Між цілями різних рівнів встановлюють зв'язки, за допомогою яких можна здійснювати уточнення та абстрагування цілей. У цьому контексті вимога є ціллю у межах відповідальності окремого агента зі складу проектованої системи.

За способом визначення цілі поділяють на поведінкові і м'які. Поведінкові цілі визначають множину припустимих варіантів поведінки системи, які складаються з паралельних поведінок агентів, що входять до складу системи, і можуть бути описані як послідовності переходів між станами. Поведінкові цілі встановлюють в явній, очевидній формі. Вони є жорсткими – їх досягнення може бути оцінене лише двома оцінками – або "задоволені повністю", або "повністю не задоволені". В окремих випадках поведінкові цілі можуть визначатись як ймовірнісні – їх досягнення вимагається у певному відсотку випадків появи відповідної потреби. На відміну від них, м'які цілі встановлюють не явно, а як переваги між альтернативними варіантами поведінки системи – деякі альтернативи більшою мірою сприяють досягненню цілі порівняно з іншими.

За змістом цілі, аналогічно вимогам, поділяють на функціональні і нефункціональні. Перші регламентують запити агентів, що мають бути задоволені, інформацію, що має бути надана агентам, та відповіді (реакції) системи на певні події. Нефункціональні цілі стосуються якості сервісів (точність, безпека, захист, надійність, продуктивність, користувацький інтерфейс), відповідності правовим та іншим нормам, архітектури (відповідності середовищу), процесів розробки. Множини функціональних і нефункціональних вимог можуть перетинатись.

З урахуванням складності комплексу цілей та їх важливості окремим завданням пропонується розглядати організацію виявлення, моделювання, уточнення та аналізу цілей, що забезпечить:

− підтримку раннього аналізу вимог за рахунок додаткового виявлення характеристик предметної області, очікувань щодо оточення, обґрунтувань вимог і т.ін.;

− критерій визначення повноти специфікації вимог. Специфікація є повною щодо набору цілей, якщо доведено, що всі цілі можуть бути досягнуті реалізацією вимог цієї специфікації з урахуванням характеристик предметної області;

− критерій доречності вимог та їх обгрунтування. Вимога є доречною у контексті набору цілей, якщо її специфікація використовується у підтримку досягнення щонайменше однієї цілі;

− відстеження зв’язків від високорівневих стратегічних цілей до низькорівневих технічних вимог за допомогою дерева уточнення цілей;

− структурування складного комплексу вимог і відповідних специфікацій;

− виявлення і вирішення конфліктів між різноманітними точками зору і відповідними вимогами;

− аналіз варіативних сценаріїв з альтернативними уточненнями цілей та альтернативним розподіленням обов'язків, а також кількісним та якісним аналізом кожної альтернативи;

− подання вимог для обговорення, оцінювання, уточнення та розробки нових альтернатив стейкхолдерам з прийнятним для останніх рівнем абстрагування;

− розмежування стабільної інформації від нестабільної. Оскільки вимогу можна розглядати як певний конкретний спосіб досягнення певної мети, то можна зробити висновок про те, що ціль є стабільнішою, ніж вимога. Чим вищий рівень визначення цілі, тим стабільнішою вона є, у той час, як способи її досягнення можуть змінюватись;

− визначення меж системи через оцінювання підхожості агентів обраним цілям.

За результатами проведеного аналізу [5,6,7] визначено відповідність існуючих методів і фреймворків цілеорієнтованого інжинірингу описаним завданням.

Фреймворк NFR (Non-functional requirements framework), як випливає з його назви, зорієнтований на моделювання та аналіз нефункціональних вимог, а саме: добування нефункціональних вимог, актуальних для предметної області, їх декомпозицію, визначення проектних рішень для їх задоволення, вивчення неточностей, компромісів, пріоритетів та взаємозалежності між вимогами, підтримку проектних рішень та оцінювання позитивних і негативних впливів альтернативних рішень на виконання вимог.

Фреймворк NFR передбачає розгляд трьох типів м'яких цілей: м’які нефункціональні цілі (NFR softgoals) є вимогами, що їх слід враховувати; операційні цілі (operationalizing softgoals) визначають на нижчому рівні методи задоволення м'яких нефункціональних цілей; вимоги-заяви (claim softgoals) надають змогу записати обґрунтування для уточнення цілей, їхні пріоритети, значущість тощо. Для окремих цілей встановлюють зв’язки за допомогою логічних операторів ("AND", "OR") та визначають позитивні ("+") чи негативні ("-") взаємозалежності, що відображають на спеціальному графіку.

Після завершення уточнення вимог розробник приймає їх як частину цільової системи або відхиляє. Вибираючи альтернативні комбінації цілей найнижчого рівня і застосовуючи алгоритм поширення міток (label propagation algorithm), розробник визначає достатність обраної альтернативи для задоволення нефункціональних цілей високого рівня. Алгоритм передбачає просування по дереву декомпозиції цілей знизу вверх, починаючи від проектних рішень з урахуванням впливів, зазначених на зв’язках між цілями. За результатами аналізу можна обрати альтернативу, яка найкращим чином відповідає цілям найвищого рівня.

Фреймворк NFR також підтримує каталогізацію проектних знань у формі каталогів трьох видів: типів нефункціональних вимог, методів уточ-

нення та опрацювання вимог і правил кореляції, які допомагають виявити неявні взаємозалежності між м'якими цілями.

Таким чином, NFR замість оцінювання відповідності кінцевого продукту нефункціональним вимогам забезпечує раціоналізацію процесу проектування з наданням допомоги аналітикам та інженерам на основі каталогів.

Фреймворк i* має іншу спрямованість – він є агенто-орієнтованим і використовується не лише для моделювання цілей, а й для реінжинірингу бізнес-процесів, аналізу організаційних впливів, моделювання процесів програмних систем. Стейкхолдерів і агентів проектованої системи подають як акторів. Ними ("навмисними акторами") можуть бути агенти, ролі і посади (множина соціально визнаних ролей, що їх зазвичай виконує один агент). Їхніми атрибутами є цілі, здібності, переконання та зобов'язання. Вважається, що актор залежить від інших акторів для досягнення своїх цілей, виконання завдань та постачання ресурсів – або він зовсім не може зробити цього самостійно, або не може зробити цього настільки ж дешево, швидко та ефективно, як зі сторонньою допомогою. Такі залежності можуть як збільшувати можливості актора, так і робити його вразливим. Стратегія акторів проявляється в їх намаганні збалансувати переваги і вразливості для досягненням своїх цілей. Залежності, що з’являються при цьому, визначають як навмисні залежності однієї з категорій – ціль, м'яка ціль, завдання або ресурс.

Основними складовими i* є модель стратегічних залежностей (Strategic Dependency, SD) і модель стратегічних обґрунтувань (Strategic Rationale, SR). Модель SD – це мережа відношень залежності між акторами, яка надає змогу проаналізувати прямі чи опосередковані залежності кожного актора і дослідити його можливості та вразливості. Моделі SR містять обґрунтування конфігурацій процесів, подані в явній формі з зазначенням їхніх цілей, м’яких цілей, завдань, ресурсів і взаємозв'язків між ними. У той час, коли модель SD розглядає лише зовнішні зв'язки між акторами, модель SR надає змогу детально проаналізувати внутрішні проце-

си кожного актора, зрозуміти його потреби і шляхи задоволення цих потреб, оцінити з точки зору акторів можливі альтернативні визначення процесів. Елементи процесів моделі SR пов'язані між собою зв’язками "засоби-результати" ("means-ends"), що з’єднують цілі з альтернативними шляхами їх досягнення, і зв’язками декомпозиції (AND або OR). Зв’язки декомпозиції пов'язують мету (завдання) з її складовими (підзадачі, м'які цілі тощо). Водночас м'яка ціль, ціль або завдання можуть бути пов'язані і з іншими м’якими цілями з зазначенням впливу та його ступеня, аналогічно способу, прийнятому в NFR: "+", "++" для позитивного та "-", "--" для негативного. М’які цілі використовуються як критерії під час вибору альтернативної конфігурації процесу, що найкраще відповідає нефункціональним вимогам. Також можна пов'язати елемент процесу одного актора навмисною залежністю до іншого актора для подання його делегування. При цьому модель SR є стратегічною, оскільки вона містить лише ті елементи, що вважаються важливими з точки зору досягнення певної цілі. Це правило стосується і доречності вимог.

Фреймворк i* використовується на ранній стадії проектування вимог для моделювання середовища майбутньої системи з поданням стейкхолдерів з їхніми цілями та взаємозв'язками і поточних процесів та визначення на цій основі потреб у новій системі. На пізніх стадіях за допомого i* розробляються нові конфігурації та процеси й оцінюється, наскільки вони задовольняють функціональні та нефункціональні потреби користувачів.

Методологія KAOS ("Knowledge Acquisition in autOmated Specification" –придбання знань в автоматизованій специфікації, "Keep All Objects Satisfied" – задовольнити всі об'єкти) призначена для розробки моделей вимог з поєднанням різних рівнів відображення та міркувань: напівформальні – для моделювання та структурування цілей, якісні – для вибору серед альтернатив, формальні – для уточнювальних розмірковувань. Мова KAOS поєднує семантичні мережі для концептуального моделювання цілей, припущень, агентів, об'єктів та операцій у системі; лінійно-темпоральну логіку для специфікації цілей та об'єктів, а також специфіка-

ції операцій на основі базових станів. Загалом, кожна конструкція мовою KAOS має дворівневу структуру: зовнішній графічний семантичний шар, де описуються поняття, їхні атрибути і відношення до інших понять, і внутрішній шар для формального визначення понять.

Ціль у KAOS визначається як розпорядча заява про наміри щодо певної системи, яка вимагає співпраці деяких агентів з числа тих, що формують цю систему. Цілі можуть стосуватися послуг (функціональні цілі) або їх якості (нефункціональні цілі). Як і в інших фреймворках, цілі ієрархічно впорядковуються з використанням відношень уточнення-абстракції. Уточнення здійснюється до рівня, на якому кожна підціль підлягає реалізації окремим, призначеним для її виконання агентом в умовах, що їх агент може відстежувати і контролювати. Вимога та очікування в KAOS визначаються аналогічно іншим фреймворкам. Для полегшення моделювання цілей передбачено шаблони на основі темпоральної логіки, такі як "досягти", "припинити", "підтримувати", "оптимізувати", "уникнути". KAOS також підтримує додаткові типи цілей, зокрема, цілі задоволення, інформаційні цілі, цілі точності.

KAOS передбачає розроблення трьох моделей: цільової, в якій подані цілі присвоюються агентам, моделі об'єктів мовою UML, яку можна одержати з формальних специфікацій цілей, та операційної моделі, яка визначає різні послуги, що їх мають надавати програмні агенти.

KAOS не містить методів оцінювання впливу проектних рішень на нефункціональні вимоги, хоча можлива інтеграція до неї якісного аналізу з фреймворку NFR. Загалом, перевагою KAOS є сильна формальна основа аналізу цілей, а її шаблони надають змогу аналітику практично миттєво перевіряти правильність уточнення цілей.

Метод аналізу цільових вимог GBRAM (Goal-Based Requirements Analysis Method) спрямований на початкову ідентифікацію та уточнення цілей з використанням різноманітних джерел інформації, таких як існуючі діаграми, текстові описи, стенограми інтерв'ю тощо.

Спочатку відбувається вивчення наявної інформації, потім – добування з неї цілей та відповідальних за них агентів і, нарешті, класифікація та організація цілей відповідно до відношень залежності між ними. При цьому розрізняються цілі досягнення та підтримки.

Для уточнення цілей виконується їх очищення (видалення повторюваних або синонімічних цілей), виявлення можливих перешкод досягнення цілі, розробка сценаріїв для пошуку прихованих цілей і вимог, а також опрацювання цілей для визначення на їх основі оперативних вимог, тобто шляхів досягнення цілей з урахуванням обмежень, що ідентифікуються в результаті виокремлення часових сполучників ("протягом", "до", "після" і т.ін). З визначенням порядку досягнення цілей пов’язана їх пріоритетизація. Іншим методом для цього є пошук залежностей агента. Результати подають у формі таблиць пріоритетів, що є менш ефективним способом порівняно з i*.

Метод GBRAM є корисним для виявлення цілей, пропонуючи для цього множину стандартних питань, але текстове подання цілей, агентів і стейкхолдерів невиправдано ускладнює роботу з ними.

Таким чином, існуючі методи цілеорієнтованої розробки вимог мають як сильні, так і слабкі місця, що відображають їх спрямованість. Найбільше це виявляється у підтримці прийняття рішень щодо архітектури проектованої програмної системи. Зокрема, фреймворк NFR доцільно використовувати для аналізу наслідків архітектурних рішень та їх впливу на якісні характеристики проектованої системи. Моделі стратегічних залежностей i* можуть бути рекомендовані для подання соціального чи організаційного контексту. KAOS забезпечує формування специфікації програмного забезпечення на основі вимог та автоматичне генерування початкової архітектурної моделі на основі моделі цілей – компоненти створюються для агентів, відповідальних за досягнення цілей системи, їхні інтерфейси формують на основі наборів змінних, що їх відстежують і контролюють агенти, а потоки даних виявляють за результатами аналізу комбінацій компонентів, в яких один керує змінною, що її відстежує інший.

Відкритими залишаються кілька актуальних завдань:

− розробка високоадаптивних управлінських інформаційних систем та забезпечення можливості налаштувань згідно навичок, уподобань або особливих потреб великої кількості користувачів вимагає дослідження варіативності предметної області для аналізу альтернативних конфігурацій всієї системи і передбачення на цій основі змін вимог. Існуючі фреймворки цілеорієнтованої розробки вимог можуть бути корисними, але вони мають бути зорієнтовані не на особисті переваги користувачів, а на бізнес-цілі високого рівня і враховувати певні метрики предметної області;

− інтеграція цілеорієнтованого розроблення вимог у процес автоматизованого інжинірингу системи, коли оперування цільовими моделями напряму відображається у вимогах і проектних рішеннях після вирішення всіх конфліктів;

− інтеграція ціле- та агенто-орієнтованого підходів до системної інженерії. Хоча ціль є центральним поняттям обох підходів, створення відкритих динамічних систем з багатьма агентами, спроможними формувати команди і динамічно будувати плани, потребує нових методів оцінювання відповідності системи вимогам, аналізу альтернатив для досягнення цілей тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Standish Group Report CHAOS – режим доступу https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf
2. CHAOS REPORT 2015 – режим доступу https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf
3. Laplante Ph. A. Requirements Engineering for Software and Systems, Third Edition. – 2017. – 399 p.
4. Вигерс К. Разработка тренований к програмному обеспечению. Пер. с англ. – М.: Издательско-торговый дом "Русская Редакция", 2004. – 576с.
5. Lamsweerde Axel van. Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications, 2009. – 712 p.
6. Lapouchnian A. Goal-Oriented Requirements Engineering: An Overview of the Current Research – режим доступу http://www.cs.utoronto.ca/~alexei/pub/Lapouchnian-Depth.pdf
7. Yu Eric S. Social Modeling and i* – режим доступу http://www.cs.toronto.edu/pub/eric/JMfest09-EY.pdf

3.7. Моделювання та оптимізація дистрибутивної мережі підприємства

Зростаючі масштаби міжнародного і внутрішнього товарно-грошового обміну суттєво загострюють проблему оптимізації системи товаропросування. Відповідно активізуються наукові пошуки способів прискорення оборотності товарів, скорочення витрат обігу і безперебійного забезпечення потреб сфери споживання. У такому контексті особливого значення набуває обґрунтування теоретичних засад і методологічних підходів до створення ефективної системи дистрибуції, основаної на принципах логістики для оптимізації розподілу потоків товарів і послуг між каналами реалізації в сфері товарного обігу та досягнення балансу інтересів функціонально взаємозв'язаних суб'єктів, що забезпечують дистрибуцію товарів і послуг.

Потреба проектування нової або реорганізації існуючої дистрибутивної системи може бути викликана внаслідок: зміни вподобань споживачів відносно попиту або рівня обслуговування; появою нових клієнтів; зміною товарної спеціалізації; появою нових ринків збуту; зміною форми власності або виду діяльності підприємства; зміною політики збуту; оптимізацією логістичних витрат тощо.

Відсутність фундаментальних наукових розробок, сучасних підходів, механізмів і стратегій дистрибуції призводить до значних деформацій і відсутності системності у розвитку суб'єктів дистрибутивної діяльності, що негативно впливає на функціонування споживчого ринку України. Посилюються тенденції зростання ланковості в системі товаропросування, сповільнення оборотності товарів, нагромадження надмірних товарних запасів, збільшення витрат обігу, зниження ефективності функціонування суб'єктів дистрибуції та гальмування всього процесу відтворення суспільного продукту.

Треба зазначити, що в міру глобалізації товарних ринків, інтеграції торгівлі у міжнародні економічні зв'язки теоретичні та практичні аспекти дистрибуції набувають характеру масштабної проблеми. Світовий та український досвід сформував певну систему знань про теоретичні засади, закономірності розвитку і принципи організації дистрибуції на товарних ринках, які висвітлені в працях таких учених, як Анікін Б.О., Афанасенко І.Д., Балабанова Л. В., Германчук А.М., Гаджинський А. М., Мальчик М. В., Толчанова З. О., Міщук І. П., Крикавський Є. В. та ін [1-10].

Водночас, у науковій літературі мало висвітлено фундаментальні дослідження про організаційно-управлінські аспекти дистрибуції, зокрема, недостатньо розглянуто питання стратегічного розвитку системи дистрибуції в контексті формування сучасних організаційних форм і моделей на інноваційних засадах. Означене визначило напрям, мету і завдання дослідження.

У роботі розглянуто питання моделювання та оптимізації дистрибутивної мережі на прикладі підприємства, яке займається виробництвом та оптовою торгівлею напоями. Для збереження комерційної таємниці назва підприємства не вказана. Встановлено, що логістична система підприємства являє собою сукупність основних ланок (виробничо-технологічних ланцюгів), які забезпечують виконання функцій постачання, виробництва і реалізації продукції основним споживачам. Управління логістичною діяльністю підприємства передбачає поєднання двох важливих функцій: постачання товарів від виробника та збут товарів визначеним контрагентам (суб'єктам ринку). Основою формування логістичної системи підприємства слід вважати діяльність окремого структурного підрозділу – відділу логістики. Відділ логістики є самостійним структурним підрозділом. На підприємстві проводиться аналіз за первинними та вторинними відвантаженнями, відповідно, на дистриб'юторів та ключових клієнтів та від них до споживача.

Підприємство, яке досліджувалось, належить до галузі виробництва слабоалкогольних напоїв, має три заводи, та збуває свою продукцію

45 дистриб'юторам. На рис. 1 на графіку наведено відвантаження продукції у гектолітрах з трьох заводів до дистриб'юторів у 2019 р. Як видно з графіку, за 2019 рік найбільш активним був дистриб'ютор 023, а по кількості виробленої продукції лідером став завод UA01. Для оптимізації роботи дистрибутивної мережі підприємства спочатку необхідно спрогнозувати попит дистриб'юторів на наступний рік. Задача прогнозування попиту полягає у визначенні об'єму продукції в грошовому чи кількісному вираженні на певні періоди часу в майбутньому.

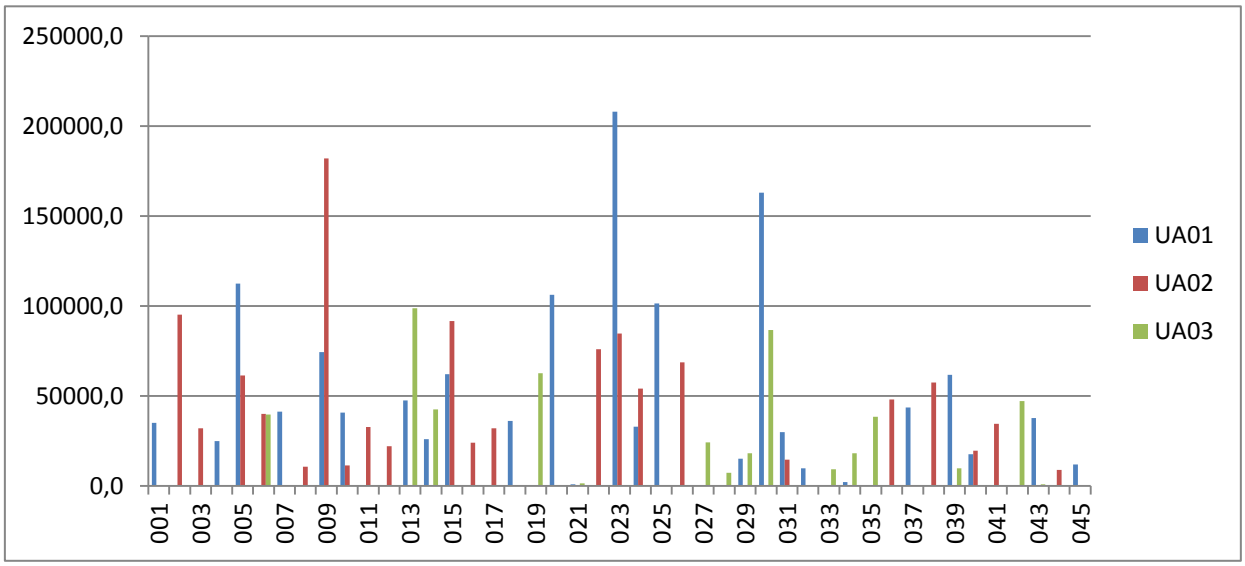


Рис. 1. Відвантаження продукції у гектолітрах з заводів до дистриб'юторів у 2019 р.

Існує багато методів прогнозування, зокрема, екстраполяційні методи аналізу часових рядів є найпростішими методами прогнозування попиту на основі статистичної маркетингової інформації. У найпростішому варіанті метод екстраполяції може застосовуватися без розкладання часового ряду на компоненти, а в простому графічному поданні закономірностей зміни досліджуваного показника в ретроспективному періоді і продовження цих закономірностей в перспективі. Простота даного підходу визначає головну перевагу методів екстраполяції. Серед недоліків екстраполяційних методів слід вказати такі. В основі даних методів закладена ідея про стабільність причинно-наслідкових зв'язків і регулярності еволюції факторів

зовнішнього середовища, що уможливлює використання екстраполяції. Зрозуміло, що такий прогноз має сенс для періоду часу, щодо якого можна припустити, що характеристики явища, яке досліджується, істотно не змінюються. Більшість прогнозних помилок пов'язано з тим, що в момент оцінювання прогнозу в явній формі вважається, що існуючі тенденції зберігаються в майбутньому, що нечасто виправдовується в реальному економічному і суспільному житті. Найчастіше, починають діяти нові стохастичні фактори, які раніше не враховувалися. Але, вищевказане не зменшує значущості екстраполяційних методів прогнозування.

Підприємство має 45 дистриб'юторів, та відомі потреби попиту з березня 2019 року по грудень 2019 року у недільному розрізі. Для кожного дистриб'ютора побудовано кілька прогнозних моделей та обрана краща за критерієм найменшої похибки. Розглядаються лише моделі, у яких середня абсолютна похибка прогнозу менше за 20%.

За проведеним аналізом було побудовано моделі, а також значення прогнозу, та середньої абсолютної похибки прогнозу (M.A.P.E.). На рис. 2. наведено графік поліноміального тренду прогнозування попиту дистриб'ютора 001, рівняння якого має вигляд:

$$y = -2{,}38x^2 + 104{,}23x + 160{,}55;$$

$R^2 = 0{,}83$, M.A.P.E. = 13,46% , прогнозне значення $Y^* = 31{,}4$ (Гл)

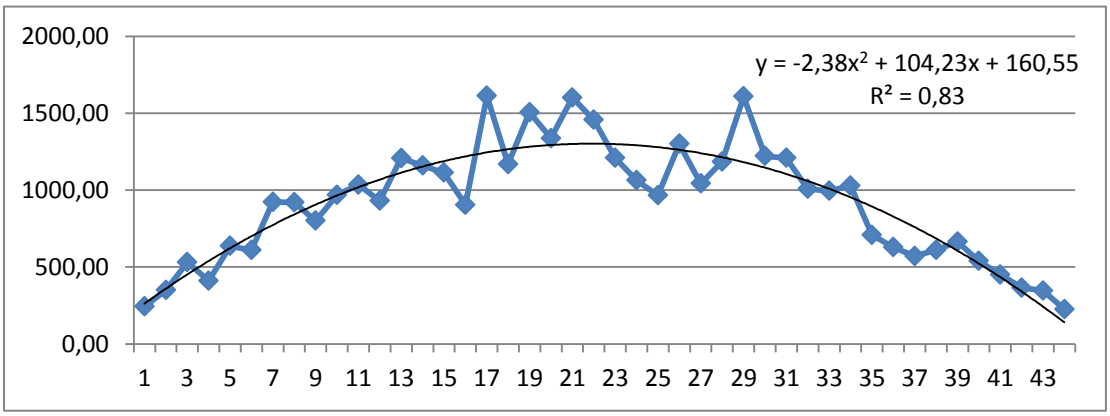


Рис. 2. Графік поліноміальної лінії тренду попиту дистриб'ютора 001

На рис. 3 наведено графік поліноміальної трендової лінії прогнозування попиту дистриб'ютора 002, рівняння якої має вигляд:

$$y = -5{,}08x^2 + 230{,}14x + 379{,}82;$$

$R^2 = 0{,}75$; M.A.P.E. = 17,04 %, прогнозне значення $Y^* = 449{,}12$ (Гл)

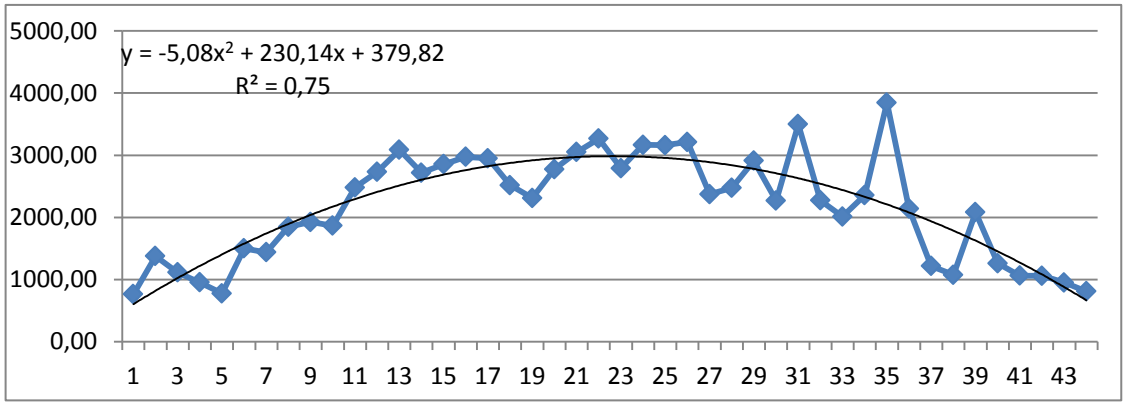


Рис. 3. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 002

На рис. 4 наведено графік поліноміальної трендової лінії прогнозування попиту дистриб'ютора 039, рівняння якої має вигляд:

$$y = -2{,}97x^2 + 150{,}61x + 447{,}85;$$

$R^2 = 0{,}84$, M.A.P.E. = 9,86%, прогнозне значення $Y^* = 1211{,}05$(Гл)

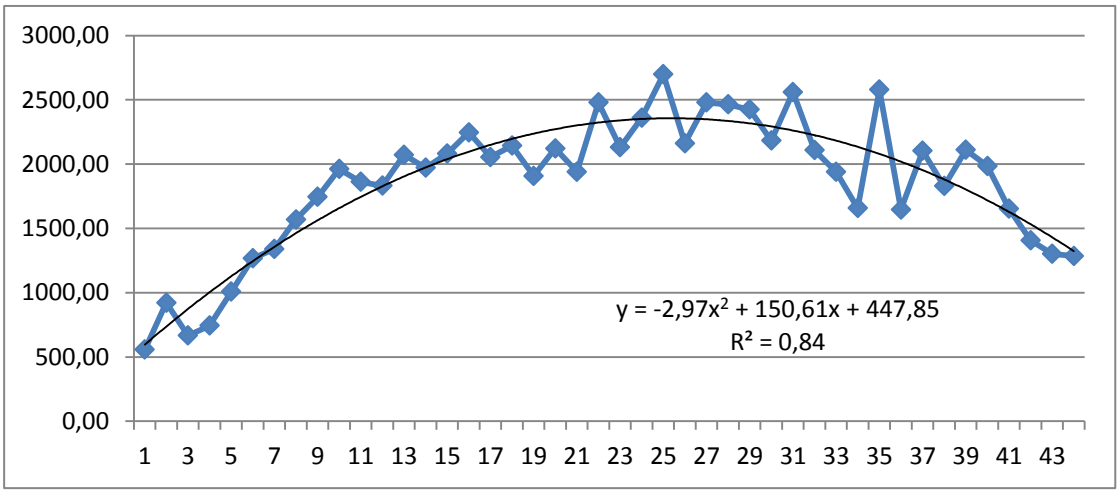


Рис. 4. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 039

На рис. 5 наведено графік лінійного тренду для прогнозування попиту дистриб'ютора 008, рівняння якого має вигляд:

$$y = 5{,}75x + 173{,}28;$$

$R^2 = 0{,}77$; M.A.P.E. = 14,50%, прогнозне значення Y*= 423,03 (Гл)

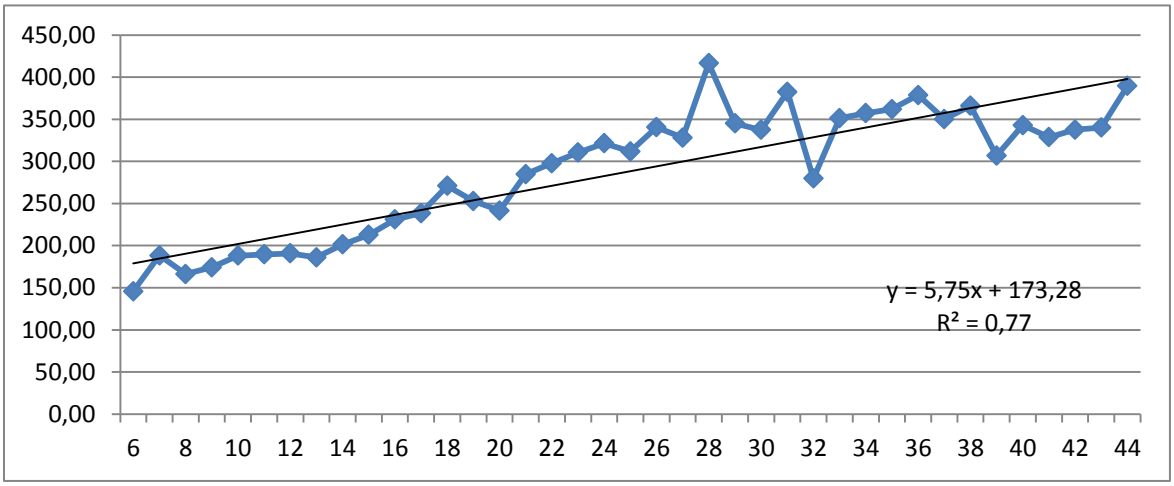


Рис. 5. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 008

На рис. 6 зображено графік логарифмічної лінії тренду для прогнозування попиту дистриб'ютора 034, рівняння якої має вигляд:

$$y = 230{,}53ln(x) + 2{,}98;$$

$R^2 = 0{,}93$; M.A.P.E. = 18,37%; прогнозне значення Y^*= 1043,7(Гл)

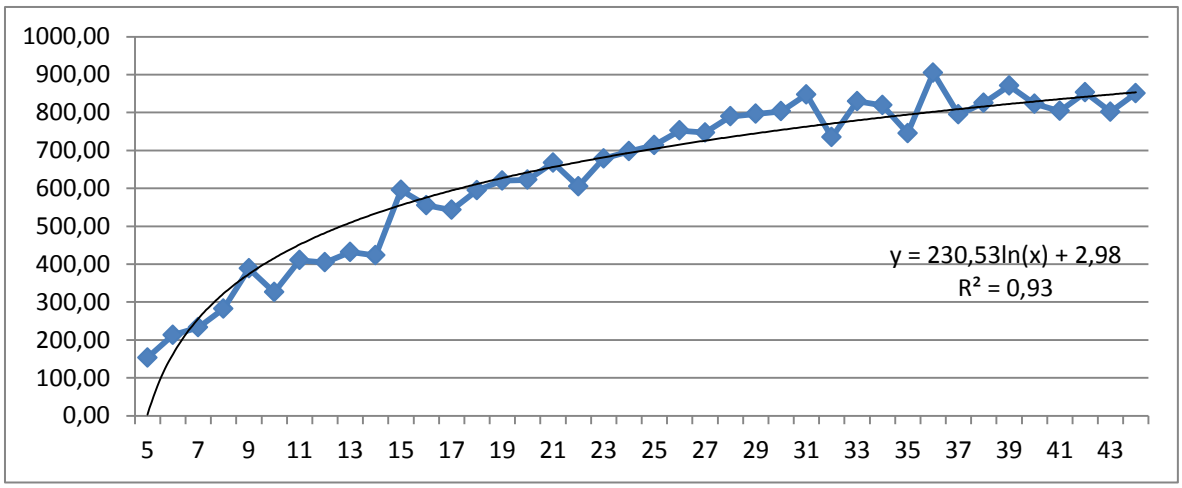


Рис. 6. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 034

На рис. 7 зображено графік експоненційно згладженого ряду відвантажень дистриб'ютору № 007, з коефіцієнтом згладжування 0,7; прогнозне значення дорівнює 1256 Гл, а M.A.P.E. складає 13,28 %:

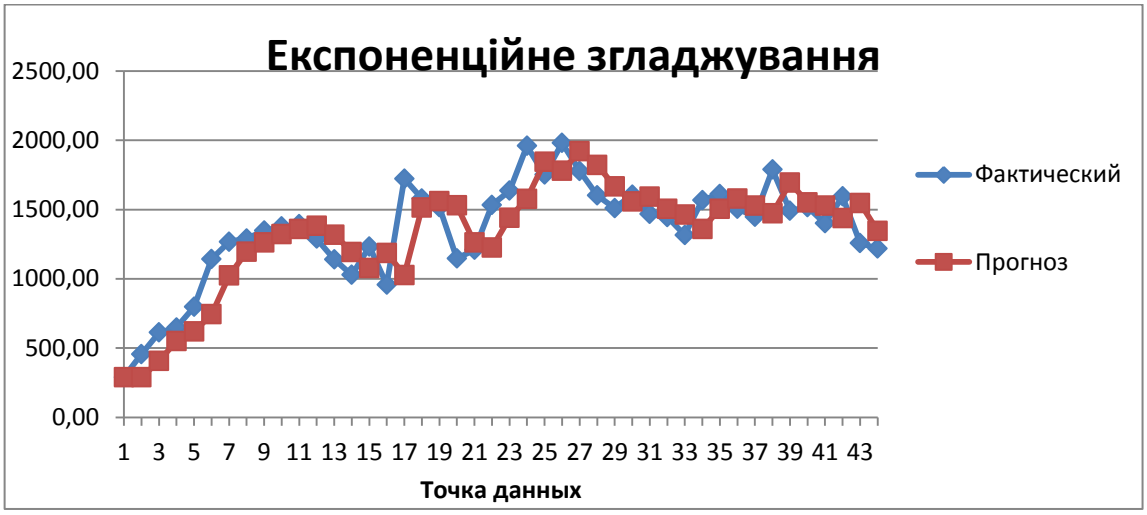


Рис. 7. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 007

На рис. 8 зображено графік експоненційно згладженого ряду відвантажень дистриб'ютору № 007, з коефіцієнтом згладжування 0,6; прогнозне значення дорівнює 1208 Гл, а M.A.P.E. складає 17,54 %:

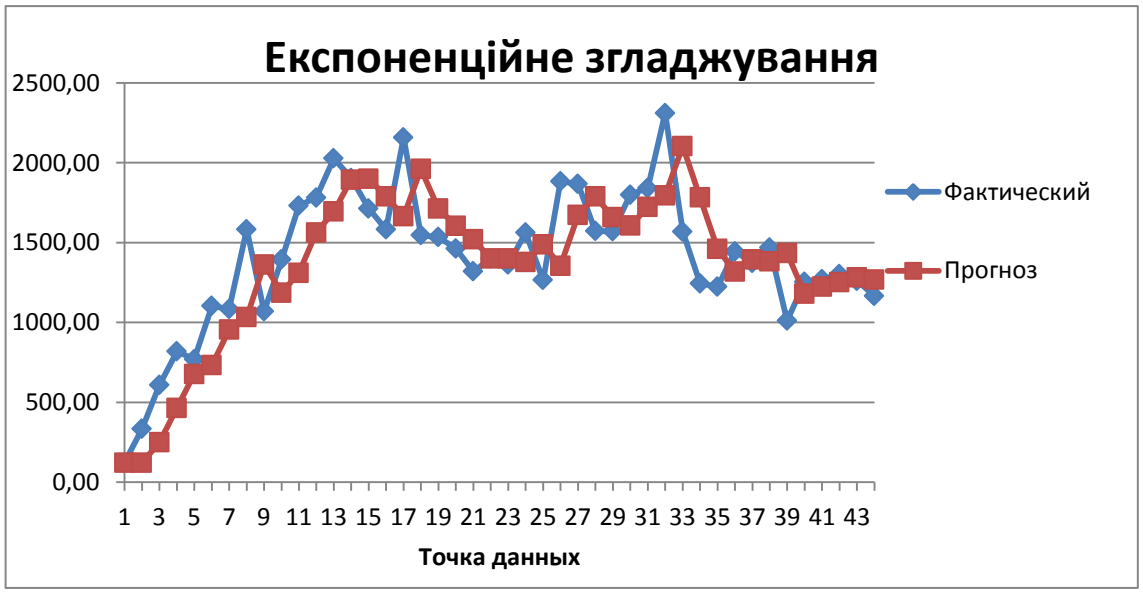


Рис. 8. Графік прогнозу попиту дистриб'ютора 019

Аналогічно було отримано прогнозні значення попиту інших дистриб'юторів підприємства. На основі трендових моделей було побудовано прогнозні дані для наступних дистриб'юторів: 001-006, 09-017, 020, 022-

027, 030, 037-045. Для дистриб'юторів 007-008, 018-019, 028-029, 031-036 були побудовані моделі експоненбційного згладжування.

З метою оптимізації роботи дистрибутивної мережі підприємства було визначено оптимальний план перевезень готової продукції від заводів до дистриб'юторів на 2020 рік за допомогою транспортної задачі лінійного програмування. Запаси постачальників (заводів) визначаються на основі плану виробництва на 2020 рік. Попит споживачів (дистриб'юторів) визначено на основі побудованих прогнозних моделей.

Постановка транспортної задачі полягає у визначенні оптимального плану перевезень деякого однорідного вантажу m з пунктів відправлення A1, A2, ... Am в пункти призначення B1, B2, ..., Bn. В якості критерію оптимальності береться мінімальна вартість перевезень вантажу.

Позначимо через c_{ij} тарифи перевезення одиниці вантажу з i-го пункту відправлення в j-й пункт призначення, через a_i – запаси вантажу в -му пункті відправлення, через b_j – потреби у вантажі в j-му пункті призначення, а через x_{ij} – кількість одиниць вантажу, що перевозиться з i-го пункту відправлення в j-й пункт призначення. Тоді математична постановка задачі набуває вигляду:

$$F = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \to min$$

за умов

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j, & j = \overline{1,n} \\ \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i, & i = \overline{1,m} \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0, \qquad i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}.$$

Оскільки змінні x_{ij} задовольняють систему лінійних рівнянь і умову невід'ємності, то забезпечуються доставка необхідної кількості вантажу в

кожен з пунктів призначення, вивезення наявного вантажу з усіх пунктів відправлення, а також виключаються зворотні перевезення.

Достатньою і необхідною умовою для вирішення транспортної задачі є рівність сумарних запасів пунктів відправлення і сумарних потреб пунктів призначення, а саме:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j.$$

Отже необхідно визначити оптимальний за критерієм мінімізації загальних транспортних витрат план постачання продукції від заводів-виробників, що належать підприємству, до дистриб'юторів. Перевіримо необхідну і достатню умову розв'язання задачі:

$$\sum a = 13788 + 14465 + 9632 = 37885$$

$$\sum b = 31{,}4 + 279{,}9 + \ldots + 337{,}3 = 38102{,}16$$

Як видно, сумарна потреба вантажу в пунктах призначення більша за запаси вантажу на заводах, отже, модель вихідної транспортної задачі є відкритою, тому було введено додаткового (фіктивного) постачальника UA4*, тарифи перевезення одиниці вантажу від фіктивного постачальника усім дистриб'юторам дорівнюють нулю. Оскільки транспортна задача вже приведена до закритої $\sum_{i=1}^{4} a_i = \sum_{j=1}^{45} b_j = 38102{,}16$, то математична модель задачі матиме вигляд:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \cdots + x_{145} = 13788, \\ x_{21} + x_{22} + \cdots + x_{245} = 14465, \\ x_{31} + x_{32} + \cdots + x_{345} = 9632, \\ x_{41} + x_{42} + \cdots + x_{445} = 217{,}16. \end{cases}$$

Економічний зміст записаних обмежень полягає в тому, що уся вироблена на заводах продукція має вивозитися до замовників повністю. Аналогічні обмеження було складено відносно замовників: продукція, що надходить до споживача, має повністю задовольняти його попит:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} = 31{,}4, \\ x_{12} + x_{22} + x_{23} = 449{,}1, \\ \dots \\ x_{145} + x_{245} + x_{345} = 337.3. \end{cases}$$

Для розрахунку ціни перевезення напоїв, спочатку було виконано проміжні розрахунки такі як:

вага 1 Гл продукції;

вага піддонів;

місткість авто без піддонів;

середня місткість авто;

відстань між дистриб'юторами та заводами;

вартість 1 км шляху;

вартість 1 Гл за повного шлях від заводу до точки складу.

Місткість алкоголю напоїв впливає на вагу, оскільки чим більший відсоток алкоголю в напої тим він важчий (у табл. 1 наведено вагу 1 л спиртної продукції).

Таблиця 1

Середня вага алкогольної продукції

Місткість алкоголю, %	Вага, кг
0,5	1,006
2	1,018
3	1,026
4	1,034
4,5	1,038
5	1,041
5,5	1,045
6	1,049
6,5	1,053
7	1,056
7,5	1,06
8	1,063
Середня вага 1 л продукції	1,04075
Середня вага 1 ГЛ продукції	104,075

Середня вантажомісткість автомобілів, які підприємство використовує для перевезення вантажу, становить 21 тону. У машині продукція розміщена на спеціальних палетах вагою у 20 кг; місткість машини – 26 шт, тоді загальна вага піддонів складає 520 кг. У середньому вага вантажу автомобілю – 176,92 Гл. продукції. На основі цього було визначено тариф перевезень 1 км= 19,28 грн. Вартість перевезень залежить також від відстані між дистриб'ютором та заводом, з урахуванням цього було визначено вартість перевезення 1 Гл від заводу до дистриб'юторів (табл. 2).

Таблиця 2

Вартість перевезення 1 Гл від заводу до дистриб'юторів

№ дистриб'ютора	Завод	Відстань, км	Ціна поїздки, грн	Ціна 1 Гл, грн
1	2	3	4	5
001	UA01	560	10796,8	61,03
002	UA02	120	2313,6	13,08
003	UA02	163	3142,64	17,76
004	UA01	693	13361,04	75,52
005	UA02	499	9620,72	54,38
005	UA01	163	3142,64	17,76
006	UA03	341	6574,48	37,16
006	UA02	237	4569,36	25,83
007	UA01	163	3142,64	17,76
008	UA02	120	2313,6	13,08
009	UA01	428	8251,84	46,64
009	UA02	163	3142,64	17,76
010	UA01	560	10796,8	61,03
010	UA02	237	4569,36	25,83
011	UA02	317	6111,76	34,55
012	UA02	765	14749,2	83,37
013	UA03	120	2313,6	13,08
013	UA01	636	12262,08	69,31
014	UA03	120	2313,6	13,08
014	UA01	636	12262,08	69,31
015	UA01	641	12358,48	69,85

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
015	UA02	317	6111,76	34,55
016	UA02	120	2313,6	13,08
017	UA02	120	2313,6	13,08
018	UA01	303	5841,84	33,02
019	UA03	526	10141,28	57,32
020	UA01	784	15115,52	85,44
021	UA01	630	12146,4	68,66
021	UA03	152	2930,56	16,56
022	UA02	120	2313,6	13,08
023	UA01	163	3142,64	17,76
023	UA02	499	9620,72	54,38
024	UA02	499	9620,72	54,38
024	UA01	163	3142,64	17,76
025	UA01	327	6304,56	35,64
026	UA02	1118	21555,04	121,84
027	UA03	120	2313,6	13,08
028	UA03	196	3778,88	21,36
029	UA01	163	3142,64	17,76
029	UA03	499	9620,72	54,38
030	UA01	163	3142,64	17,76
030	UA03	152	2930,56	16,56
031	UA01	163	3142,64	17,76
031	UA02	499	9620,72	54,38
032	UA01	303	5841,84	33,02
033	UA03	499	9620,72	54,38
034	UA03	336	6478,08	36,62
034	UA01	319	6150,32	34,76
035	UA03	320	6169,6	34,87
036	UA02	334	6439,52	36,40
037	UA01	163	3142,64	17,76
038	UA02	441	8502,48	48,06
039	UA03	617	11895,76	67,24
039	UA01	560	10796,8	61,03
040	UA02	897	17294,16	97,75

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
040	UA01	563	10854,64	61,35
041	UA02	163	3142,64	17,76
042	UA03	89	1715,92	9,70
043	UA01	431	8309,68	46,97
044	UA02	120	2313,6	13,08
045	UA01	564	10873,92	61,46

Загальні витрати, пов'язані з виробництвом і транспортуванням продукції, складаються як добуток обсягу перевезеної продукції та питомої вартості перевезень за відповідним маршрутом і за умовою задачі мають бути мінімальними (деякі дистриб'ютори взагалі не відвантажують продукцію з окремих заводів, отже відповідні коефіцієнти в цільовій функції будуть дорівнювати нулю):

$$Z = 61{,}0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 75{,}5 \cdot x_{13} + \ldots + 13{,}1 \cdot x_{22} + 17{,}8 \cdot x_{23} + \cdots + 0 \cdot x_{345} \rightarrow min.$$

У транспортній задачі є додаткові обмеження, оскільки деякі дистриб'ютори взагалі не відвантажують продукцію з окремих заводів, витрати (у гривнях) на перевезення одного Гл продукції подано на рис. 10.

Для зручності усі обмеження також подано у вигляді матриці, фрагмент якої наведено на рис. 9.

Пропускні можливості	001	002	003	004	005	006
UA01	38102,2	0,0	0,0	38102,2	38102,2	0,0
UA02	0,0	38102,2	38102,2	0,0	38102,2	38102,2
UA03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38102,2
UA04*	38102,2	38102,2	38102,2	38102,2	38102,2	38102,2

Рис. 9. Фрагмент матриці обмежень

Пошук оптимального плану перевезень продукції від заводів-виробників до дистриб'юторів було здійснено за допомогою інструменту "Пошук рішення" Excel. Результати наведено на рис. 11.

Пункт відправлення	001	002	003	004	005	006	007	008
UA01	61,0			75,5	17,8		17,8	
UA02		13,1	17,8		54,4	25,8		13,1
UA03						37,2		
Потреби	31,4	449,1	246,7	319,4	1810,9	625,8	1255,9	432,0

Пункт відправлення	009	010	011	012	013	014	015	016
UA01	46,6	61,0			69,3	69,3	69,9	
UA02	17,8	25,8	34,5	83,4			34,5	13,1
UA03					13,1	13,1		
Потреби	1565,7	279,9	465,6	931,1	4193,5	1239,8	1814,0	268,8

Пункт відправлення	017	018	019	020	021	022	023	024
UA01		33,0		85,4	68,7		17,8	17,8
UA02	13,1					13,1	54,4	54,4
UA03			57,3		16,6			
Потреби	82,1	577,6	1207,7	1351,0	0,0	471,3	1407,7	1570,0

Пункт відправлення	025	026	027	028	029	030	031	032
UA01	35,6				17,8	17,8	17,8	33,0
UA02		121,8					54,4	
UA03			13,1	21,4	54,4	16,6		
Потреби	603,8	1023,1	125,4	165,9	2323,2	3088,8	2602,3	177,4

Пункт відправлення	033	034	035	036	037	038	039	040
UA01		34,8			17,8		61,0	61,4
UA02				36,4		48,1		97,8
UA03	54,4	36,6	34,9				67,2	
Потреби	0,0	1043,8	272,7	663,9	288,7	488,5	1211,1	477,0

Пункт відправлення	041	042	043	044	045	Запаси	
UA01			47,0		61,5	13788	
UA02	17,8			13,1		14465	
UA03		9,7				9632	
Потреби	226,4	39,8	233,8	112,6	337,3	Разом	38102,16
						37885	

Рис. 10. Транспортні тарифи, запаси та потреби

План перевезень	001	002	003	004	005	006	007	008	009
UA01	31,4	0,0	0,0	319,4	0,0	0,0	1255,9	0,0	0,0
UA02	0,0	449,1	246,7	0,0	1810,9	625,8	0,0	432,0	1565,7
UA03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	31,4	449,1	246,7	319,4	1810,9	625,8	1255,9	432,0	1565,7
Попит	31,4	449,1	246,7	319,4	1810,9	625,8	1255,9	432,0	1565,7

План перевезень	010	011	012	013	014	015	016	017	018
UA01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	577,6
UA02	279,9	465,6	931,1	0,0	0,0	1814,0	268,8	82,1	0,0
UA03	0,0	0,0	0,0	4193,5	1239,8	0,0	0,0	0,0	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	279,9	465,6	931,1	4193,5	1239,8	1814,0	268,8	82,1	577,6
Попит	279,9	465,6	931,1	4193,5	1239,8	1814,0	268,8	82,1	577,6

План перевезень	019	020	021	022	023	024	025	026	027
UA01	0,0	1133,8	0,0	0,0	1407,7	0,0	603,8	0,0	0,0
UA02	0,0	0,0	0,0	471,3	0,0	1570,0	0,0	1023,1	0,0
UA03	1207,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125,4
UA04*	0,0	217,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	1207,7	1351,0	0,0	471,3	1407,7	1570,0	603,8	1023,1	125,4
Попит	1207,7	1351,0	0,0	471,3	1407,7	1570,0	603,8	1023,1	125,4

План перевезень	028	029	030	031	032	033	034	035	036
UA01	0,0	2323,2	701,6	2141,5	177,4	0,0	1043,8	0,0	0,0
UA02	0,0	0,0	0,0	460,7	0,0	0,0	0,0	0,0	663,9
UA03	165,9	0,0	2387,2	0,0	0,0	0,0	0,0	272,7	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	165,9	2323,2	3088,8	2602,3	177,4	0,0	1043,8	272,7	663,9
Попит	165,9	2323,2	3088,8	2602,3	177,4	0,0	1043,8	272,7	663,9

План перевезень	037	038	039	040	041	042	043	044	045
UA01	288,7	0,0	1211,1	0,0	0,0	0,0	233,8	0,0	337,3
UA02	0,0	488,5	0,0	477,0	226,4	0,0	0,0	112,6	0,0
UA03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,8	0,0	0,0	0,0
UA04*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Доставлено	288,7	488,5	1211,1	477,0	226,4	39,8	233,8	112,6	337,3
Попит	288,7	488,5	1211,1	477,0	226,4	39,8	233,8	112,6	337,3

Рис. 11. Оптимальна кількість вантажу для перевезення

Цільова функція склала 1317932 грн. – мінімальна вартість перевезень продукції від заводів до дистриб'юторів. Отриманий розв'язок дає можливість підприємству знайти оптимальний план перевезень та мінімізувати витрати на перевезення продукції від заводів-виробників до дистриб'юторів, задовольняючи їх попит. Це підвищує ефективність дистрибутивної мережі підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аникин Б.А. Коммерческая логистика. Учебник / Б.А. Аникин. – М.: Проспект, 2017. – 287 с.
2. Афанасенко И. Д. Логистика снабжения / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – М. : Питер, 2017. – 336 с.
3. Балабанова Л.В. Логістика / Л.В. Балабанова, А.М. Германчук. - Донецьк: ДонНУЕТ, 2012. – 458 с.
4. Гаджинский А.М. Логистика / А.М. Гаджинский. – М. :Дашков и К, 2017. – 420 с.
5. Мальчик М. В. Логістична діяльність промислового підприємства в його маркетинговій політиці / М. В. Мальчик, З. О. Толчанова // Наукові записки [Національного університету "Острозька академія"]. Сер. : Економіка. – 2013. – Вип. 21. – С. 68-70.
6. Мальчик М.В. Інноваційний потенціал вітчизняної харчової промисловості / М.В. Мальчик, О.В. Попко // Інструменти та методи комерціалізації інноваційної продукції: монографія / за ред. д.е.н., професора Ілляшенка С.М., к.е.н., доц. Біловодської О.А. – Суми : Триторія, 2018. – С.286-300.
7. Міщук І. П. Сутність та характеристика системи логістики підприємства / І. П. Міщук // Торгівля, комерція, підприємництво. – 2015. – Вип. 19. – С. 72-76.
8. Муромец Н.Б. Пути сокращения логистических расходов на осуществление грузовых перевозок: [опыт ведущих отечественных автоперевозчиков] / Н.Б. Муромец // Логистика: проблемы и решения. – 2006. – № 4. – С. 70–73.
9. Крикавський Є. Логістика для економістів / Є. Крикавський – Л. : Вид-во 82 «Львівська політехника». – 2004. – С. 265–303.
10. Просветов Г. И. Математические методы в логистике / Г.И. Просветов. – М. : Альфа-пресс, 2017. – 304 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ И АННОТАЦИИ

ГЛАВА 1
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

1.1. Дослідження двобар'єрних опціонів Орнштейна-Уленбека з багатофакторною волатильністю

д. е. н., проф. Буртняк І. В.
к. ф.-м. н., доц. Малицька Г. П.
ДВНЗ Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

The methods of the theory of spectral analysis and singular and regular theory of perturbations for boundary value problems for partial differential equations are used in this work. Using the Sturm-Liouville theory of finding solutions to their eigenfunctions and their eigenvalues, as well as Fredholm's alternatives, a general theory of estimating derivatives of options generated by diffusion processes is developed, where diffusion depends on two groups of variables. An algorithm for calculation of the approximate price is given. The accuracy of the estimates is established. The theory developed is applied to the Ornstein-Ulenbeek diffusion operator, which is expanded in terms of its eigenfunctions and eigenvalues. Since the volatility of this process depends on the l-measurable group of fast-changing factors and the n-dimensional group of slowly changing factors, for practical application, it is necessary to solve 2l Poisson equations. These equations are the same type, which is convenient when used.

В статті використано методи спектральної теорії та теорії сингулярних і регулярних збурень, знайдено наближену ціну двобарєрних опціонів Орнштейна-Уленбека з багатофакторною волатильністю, як розвинення за власними функціями використовуючи інфінітезимальні генератори (l+n+1)-вимірної дифузії. Встановлено теорему оцінки точності наближення цін опціонів. Знайдено явні формули для знаходження вартості деривативів на основі розвинення за власними функціями та власними значеннями самоспряжених операторів з використанням крайових задач для сингулярних і регулярних збурень.

В статье использованы методы спектральной теории и теории сингулярных и регулярных возмущений, найдено приближенную цену двобарерних опционов Орнштейна-Уленбека с многофакторной волатильностью, как разложения по собственным функциям используя инфинитезимального генераторы (l+n+1)-измеримой диффузии. Установлено теорему оценки точности приближения цен опционов. Найдено явные формулы для нахождения стоимости деривативов на основе разложения по собственным функциям и собственными значениями самоспряжених операторов с использованием краевых задач для сингулярных и регулярных возмущений.

1.2. Model basis of information and analytical security system of corporate business structures

Klebanova T.S., Doctor of Science in Economics, professor
Guryanova L.S., Doctor of Science in Economics, professor
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
Bogachkova L.Yu., Doctor of Science in Economics, professor
Volgograd State University (Russian Federation)
Gvozdytskyi V.S., phd
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
Trunova T.N., phd
AB InBev Efes

The paper is devoted to the development of a model basis for information and analytical security systems of corporate business structures. Models of estimation of the threat of forming of financial crises at different levels of corporate structures have been developed. Models of the forecast of financial condition of companies have been built. Using the developed simulation model, a set of optimal strategic alternatives has been formed.

Робота присвячена питанню розробки модельного базису інформаційно-аналітичних систем безпеки корпоративних бізнес-структур. Розроблено моделі оцінки загрози формування фінансових криз на різних рівнях корпоративних структур. Побудовано моделі прогнозування фінансового стану компаній. За допомогою розробленої імітаційної моделі сформовано набір оптимальних стратегічних альтернатив фінансової діяльності компанії.

Работа посвящена вопросам разработки модельного базиса информационно-аналитических систем безопасности корпоративных бизнес-структур. Разработаны модели оценки угрозы формирования финансовых кризисов на разных уровнях корпоративных структур. Построены модели прогнозирования финансового состояния компаний. С помощью разработанной имитационной модели сформирован набор оптимальных стратегических альтернатив финансовой деятельность компании.

1.3. Анализ тенденций развития и результативности поддержки малого и среднего предпринимательства в РФ (на примере Волгоградской области)

д. э. н., проф. Богачкова Л. Ю.
к. э. н., доц. Усачева Н. Ю.
ст. спец. Усачев А. А.
Волгоградский государственный университет (РФ)

Development of small and medium-sized entrepreneurship (SME) plays an important role in ensuring sustainable socio-economic development of territories. The programs developed and implemented by modern Russian economy include the State strategy, the national project, federal, regional and municipal SME development programs, which are sufficiently funded. However, today there are no unified criteria, indicators and methods for evaluating the effectiveness of these programs. This research is the authors' contribution to the study of this problem, and it is aimed at analyzing the dynamics of volume and sectoral structure of SME turnover in the

Volgograd region with a view to this dynamics' compliance with the target indicators prescribed by Strategy for SME development in the Russian Federation until 2030.

Розвиток малого і середнього підприємництва (МСП) грає важливу роль в забезпеченні сталого соціально-економічного розвитку територій. У сучасній російській економіці розроблені та реалізуються: державна стратегія, національний проект, федеральні, регіональні і муніципальні програми розвитку МСП, на здійснення яких виділяться значні кошти. Однак в даний час відсутні універсальні критерії, показники і методики оцінки ефективності цих програм. Дана робота присвячена аналізу тенденцій розвитку малого і середнього підприємництва в Волгоградської області на предмет їх відповідності цілям, встановленим в Стратегії розвитку МСП в Російській Федерації до 2030 року, що дозволяє оцінити результативність заходів державної підтримки даного сектора економіки.

Развитие малого и среднего предпринимательства (МСП) играет важную роль в обеспечении устойчивого социально-экономического развития территорий. В современной российской экономике разработаны и реализуются: государственная стратегия, национальный проект, федеральные, региональные и муниципальные программы развития МСП, на осуществление которых выделятся значительные средства. Однако в настоящее время отсутствуют универсальные критерии, показатели и методики оценки эффективности этих программ. Данная работа посвящена анализу тенденций развития малого и среднего предпринимательства в Волгоградской области на предмет их соответствия целям, установленным в Стратегии развития МСП в Российской Федерации до 2030 года, что позволяет оценить результативность мер государственной поддержки данного сектора экономики.

1.4. О единой валюте современного информационного общества в глобальной экономике

к. т. н., доц. Богомолов А. И.
к. т. н., доц. Невежин В. П.
маг. Шарма Е. Р.
Финансовый университет при Правительстве РФ

It is proposed to consider the possibility of using time units as one of the world currencies based on the assessment of the efficiency (labor productivity) of national economies of purchasing power parity (PPP). The dynamics of purchasing power parity (PPP) is represented as a time series, the source of which is random influences and changes in the tone of public opinion. It is proposed to use Big Data technologies to account for data on the tone of statements, which together with the SNA data will allow using the PPP methodology for short-and medium-term forecasts of the cost of time in national currencies.

Пропонується розглянути можливість використання одиниць часу як однієї зі світових валют на основі оцінки ефективності (продуктивності праці) національних економік паритету купівельної спроможності (ППС). Динаміка паритету купівельної спроможності (ППС) представляється у вигляді часового ряду, джерелом якого є випадкові впливи і зміни тональності громадської думки. Для обліку даних про тональність висловлювань пропонується використовувати технології Big Data, що в сукупності з даними СНР дозволить використовувати методику ППС для короткострокових і середньострокових прогнозів вартості часу в національних валютах.

Предлагается рассмотреть возможность использования единиц времени как одной из мировых валют на основе оценки эффективности (производительности труда) национальных экономик паритета покупательной способности (ППС). Динамика паритета покупательной способности (ППС) представля-

ется в виде временного ряда, источником которого являются случайные воздействия и изменения тональности общественного мнения. Для учёта данных о тональности высказываний предлагается использовать технологии Big Data, что в совокупности с данными СНС позволит использовать методику ППС для краткосрочных и среднесрочных прогнозов стоимости времени в национальных валютах.

1.5. Оцінювання та аналіз рівня життя населення України та країн Європейського Союзу

д. е. н., проф. Пономаренко В. С.
к. е. н., доц. Прокопович С. В.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

The work is devoted to the issue of constructing a model of living standard estimation of the population of Ukraine and the European Union countries on the basis of construction of an integral indicator using data reduction methods and multidimensional analysis.

Робота присвячена питанню побудови моделі оцінювання рівня життя населення України та країн Європейського Союзу на основі побудови інтегрального показника із застосуванням методів редукції даних та багатовимірного аналізу.

Работа посвящена вопросу построения модели оценки уровня жизни населения Украины и стран Европейского Союза на основе построения интегрального показателя с применением методов редукции данных и многомерного анализа.

ГЛАВА 2
МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ И РЕШЕНИЙ

2.1. Прийняття рішень в процесі управління мінімізацією опору персоналу організаційним змінам на підприємстві з використанням елементів стадної поведінки та рефлексивного підходу

д. е. н., проф. Лепа Р. М.
к. е. н. Сташкевич І. І.
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Decision making is considered in the process of managing minimizing staff resistance to organizational changes at the enterprise using elements of herd behavior and reflexive approach. An optimization model of decision-making in the field of managing the level of support for organizational changes in the team is proposed to determine measures to minimize organizational resistance.

Розглянуто прийняття рішень в процесі управління мінімізацією опору персоналу організаційним змінам на підприємстві з використанням елементів стадної поведінки і рефлексивного підходу. Запропоновано оптимізаційну модель прийняття рішень у сфері управління рівнем підтримки організаційних змін у колективі для визначення складу заходів щодо мінімізації організаційного опору.

Рассмотрено принятие решений в процессе управления минимизацией сопротивления персонала организационным изменениям на предприятии с использованием элементов стадного поведения и рефлексивного подхода. Предложена оптимизационная модель принятия решений в сфере управления

уровнем поддержки организационных изменений в коллективе для определения мер по минимизации организационного сопротивления.

2.2. The algorithm for neuro-fuzzy network construction based on model of corporate bankruptcy risk estimation

Klebanova T.S., Doctor of Science in Economics, professor
Gvozdytskyi V.S., phd
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

The paper is devoted to the construction of neuro-fuzzy models for solving various socio-economic problems. The algorithm for constructing a neural network in the MATLAB package is presented. A bankruptcy risk assessment model for corporations based on neuro-fuzzy networks is built.

Робота присвячена питанню побудови нейро-нечітких моделей для вирішення різних соціально-економічних завдань. Представлено алгоритм побудови нейронної мережі в пакеті MATLAB. Побудована модель оцінки загрози банкрутства корпорацій на основі нейро-нечітких мереж.

Работа посвящена вопросу построения нейро-нечетких моделей для решения различных социально-экономических задач. Представлен алгоритм построения нейронной сети в пакете MATLAB. Построена модель оценки угрозы банкротства корпораций на основе нейро-нечетких сетей.

2.3. Прогнозна оцінка розвитку зовнішньоекономічної діяльності високотехнологічною продукцією

к. т. н., с. н. с. Дзюба С. В.
Придніпровський науковий центр НАН України і МОН України, м. Дніпро
д. е. н., доц. Осадча Н. В.
Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України, м. Дніпро

The section identifies threats and develops a scenario for developing Ukraine's export potential at the present stage. The main causes of the global financial crisis are investigated. The opportunity of Ukraine to diversify markets during the crisis is analyzed. One of the main promising areas is the European Union markets, their priority areas and possible algorithms for action are being mastered.

В розділі визначені загрози та розроблено сценарій розвитку експортного потенціалу України на сучасному етапі. Досліджено основні причини світової фінансової кризи. Проаналізована можливість України щодо диверсифікації ринків під час кризи. Одним із основних перспективним напрямом є ринки Євросоюзу,щодо їх опанування визначені пріоритетні напрями та можливі алгоритми дій.

В разделе определены угрозы и сценарий развития экспортного потенциала Украины на современном этапе. Исследованы основные причину мирового финансового кризиса. Проанализированы возможности диверсифицировать рынки во время кризиса. При этом одним из перспективных направлений для Украины являются рынки Евросоюза, определены приоритетные направления освоения и возможные алгоритмы действий.

2.4. Применение методов кластерного и фрактального анализа для исследования динамики индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков

д. э. н., проф. Гурьянова Л. С.
к. э. н., проф. Зима А. Г.
Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеца
к. э. н., PhD, доц. Дубровина Н. А.
Высшая школа экономики и менеджмента публичной администрации в Братиславе (Словакия)
асп. Полянский В. А.
Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеца

The paper considers the concept of "shocks" of financial security, their types, analyzes the consequences of the impact of "shocks" on the dynamics of macroeconomic indicators. As a dominant type of "shock", the "shock" of financial security of the stock market was singled out, which is one of the priority channels for transmitting external stress/infections. The models of cluster analysis of the fractal dimension of the time series of indicators of financial security of stock markets have been developed, which allow assessing the level of stability of financial markets and increasing the validity of the assessment of the likelihood of crisis infection from partner countries. The direction of further research is to determine the types of "shocks" that have a destabilizing effect on the macroeconomic stability of countries of different groups.

У роботі розглянуто поняття «шоків» фінансової безпеки, їх види, проведено аналіз наслідків впливу «шоків» на динаміку макроекономічних індикаторів. В якості домінантного виду «шоку» виділено «шок» фінансової безпеки фондового ринку, який є одним із першочергових за значущістю каналів передачі зовнішніх стресів/заражень. Розроблено моделі кластерного аналізу фрактальної розмірності часових рядів індикаторів фінансової безпеки фондових ринків, що дозволяють оцінити рівень стійкості фінансових ринків, підвищити обґрунтованість оцінки ймовірності інфікування кризою з боку країн-партнерів. Напрямком подальшого дослідження є визначення типів «шоків», які надають дестабілізуючий вплив на макроекономічну стабільність країн різних груп.

В работе рассмотрено понятие «шоков» финансовой безопасности, их виды, проведен анализ последствий влияния «шоков» на динамику макроэкономических индикаторов. В качестве доминантного вида «шока» выделен «шок» финансовой безопасности фондового рынка, который является одним из первоочередных по значимости каналов передачи внешних стрессов/заражений. Разработаны модели кластерного анализа фрактальной размерности временных рядов индикаторов финансовой безопасности фондовых рынков, позволяющие оценить уровень устойчивости финансовых рынков, повысить обоснованность оценки вероятности инфицирования кризисом со стороны стран-партнеров. Направлением дальнейшего исследования является определение типов «шоков», оказывающих дестабилизирующее влияние на макроэкономическую стабильность стран разных групп.

2.5. Моделі формування інтегральних показників соціальної напруженості регіонів України

д. е. н., проф. Клебанова Т. С.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
к. е. н., ст. сикл. Рудаченко О. О.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
асп. Погосян Л. О.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

It is proved that there is no single methodology of measuring the social tension of the country and a single list of indicators included in the model of determining social tension. The methodology of forming an integral indicator of social tension based on modern methods of multidimensional analysis is proposed. Integral indicators of social tension of the regions of the country have been constructed, which allow assessing the situation both in a certain region and in the country as a whole.

Доведено, що не існує єдиної методики вимірювання соціальної напруженості країни та єдиного переліку показників, що входять до моделі визначення соціальної напруженості. Запропонована методика формування інтегрального показника соціальної напруженості, що базується на сучасних методах багатовимірного аналізу. Побудовано інтегральні показники соціальної напруженості регіонів країни, що дають змогу оцінити ситуацію як в певному регіоні, так і в країні в цілому.

Доказано, что не существует единой методики измерения социальной напряженности в стране и единого перечня показателей, входящих в модели определения социальной напряженности. Предложена методика формирования интегрального показателя социальной напряженности, основанный на современных методах многомерного анализа. Построено интегральные показатели социальной напряженности регионов страны, которые позволяют оценить ситуацию как в определенном регионе, так и в стране в целом.

2.6. Моделювання рефлексивних впливів у системі анти-кризового управління діяльністю промислових підприємств

д. е. н., проф. Мальчик М. В.
асп. Оплачко І. О.
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

It is outlined the main factors under which the crisis states of industrial enterprises emerge. In the framework of outlined factors it is considered the possible factors of economic interaction of agents of the mechanism of providing crisis management of industrial enterprises activity on the basis of reflexive approach. Modeling the economic interaction of agents allows us to formalize the process of crisis management by applying appropriate information regulation, that leads to increased demand for enterprise products and their level of profitability.

Окреслено основні чинники, під дією яких виникають кризові стани на промислових підприємствах. Розглянуто можливі випадки економічної взаємодії промислових підприємств з ключовими стейкхолдерами при урахуванні окреслених чинників у рамках реалізації механізму забезпечення антикризового управління їх діяльністю на основі рефлексивного підходу. Моделювання економічної взаємодії з

ключовими стейкхолдерами дозволяє формалізувати процес рефлексивного управління їх поведінкою, що, в свою, чергу, сприятиме досягненню цілей антикризового управління.

Определены основные факторы, под действием которых возникают кризисные состояния на промышленных предприятиях. Рассмотрены возможные случаи экономического взаимодействия промышленных предприятий с ключевыми стейкхолдерами при учете выделенных факторов в рамках реализации механизма обеспечения антикризисного управления их деятельностью на основе рефлексивного подхода. Моделирование экономического взаимодействия с ключевыми стейкхолдерами позволяет формализовать процесс рефлексивного управления их поведением, что, в свою очередь, будет способствовать достижению целей антикризисного управления.

2.7. Алгоритм визначення набору захисних акцій у інвестиційному портфелі

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

Doc. Ing, PhD Філіп С.

Школа економіки та менеджменту в публічному адмініструванню в Братиславі (Словакія)

The paper deals with algorithm which forms a set of defensive assets in the defensive investment portfolio. Input stock set is formed of stocks from the SP500 index. The algorithm consists of the following steps: industry groups positioning in the “risk-return” space and determining the degree of proximity of industry subindices and the SP500 index; selection of industry groups whose stocks may act as defensive during a crisis; independent analysis of the selected industry groups structure; selection of defensive assets in each industry group; analysis of the obtained defensive assets belonging to different industry groups; final decision about the structure of the defensive investment portfolio.

В роботі запропонований алгоритм формування множини захисних активів в захисному інвестиційному портфелі. В якості вихідної розглянуто множину акцій, які формують індекс SP500. Алгоритм містить наступні основні етапи: позиціонування галузевих груп акцій в просторі «ризик-дохідність» і визначення ступеня близькості галузевих субіндексів і індексу SP500; вибір галузевих груп, акції яких можуть виступати в ролі захисних в період кризи; незалежний аналіз структури вибраних галузевих груп; вибір захисних активів в кожній галузевій групі; аналіз отриманої множини захисних активів, що належать різним галузевим групам; прийняття остаточного рішення щодо структури захисного інвестиційного портфеля.

В работе предложен алгоритм формирования множества защитных активов в защитном инвестиционном портфеле. В качестве исходного рассмотрено множество акций, формирующих индекс SP500. Алгоритм содержит следующие основные этапы: позиционирование отраслевых групп акций в пространстве «риск-доходность» и определение степени близости отраслевых субиндексов и индекса SP500; выбор отраслевых групп, акции которых могут выступать в роли защитных в период кризиса; независимый анализ структуры выбранных отраслевых групп; выбор защитных активов в каждой отраслевой группе; анализ полученного множества защитных активов, принадлежащих разным отраслевым группам; принятие окончательного решения о структуре защитного инвестиционного портфеля.

ГЛАВА 3
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

3.1. Машинне навчання адаптивного пошуку оптимальної стратегії підвищення цінності бренду

д. е. н., проф. Порохня В. М.
асп. Пенєв В. О.
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя

Constantly increasing the level of competition requires manufacturers of goods and services to improve the quality of their products and, accordingly, the value of their brand. Given this factor, the brand is reaching a new level of perception, a level of the strategic asset of the company that allows evaluating the value of the company. However, nowadays, a brand development strategy is the responsibility of an expert using methods that rely on the subjective judgment of an expert. The study examines machine learning methods and their application to accelerate actions that drive brand value. It is suggested to use a balanced brand concept to apply it in reinforcement training, namely Q-learning. It turned out that to obtain accurate results required huge computing power and accurate baseline data on the impact of the brand on the market relations of the company, on the value of the brand and the market position of the brand.

Постійне підвищення рівня конкуренції вимагає від виробників товарів і послуг підвищувати якість свої продукції, а відповідно і цінність свого бренду. З огляду на цей фактор, бренд виходить на новий рівень сприйняття, рівень стратегічного активу компанії, який дозволяє оцінити вартість компанії. Однак, в даний час за стратегію розвитку бренду відповідає експерт, який використовує методи, що спираються на суб'єктивні оцінки експерта. В дослідженні розглядаються методи машинного навчання та застосування їх до прискорення дій, які ведуть до підвищення цінності бренду. Пропонується використання концепції врівноваженого бренду для застосування її в навчанні з підкріпленням, а саме Q-learning. З'ясувалося, що для отримання точних результатів потрібні величезні обчислювальні потужності і точні вихідні дані щодо впливу бренду на ринкові відносини компанії, на цінність бренду і на ринкову позицію бренду.

Постоянное повышение уровня конкуренции требует от производителей товаров и услуг повышать качество своих продукции, а соответственно и ценность своего бренда. Учитывая этот фактор, бренд выходит на новый уровень восприятия, уровень стратегического актива компании, который позволяет оценить стоимость компании. Однако, в настоящее время за стратегию развития бренда отвечает эксперт, использующий методы, опирающиеся на субъективные оценки эксперта. В исследовании рассматриваются методы машинного обучения и применения их к ускорению действий, которые ведут к повышению ценности бренда. Предлагается использование концепции уравновешенного бренда для применения ее в обучении с подкреплением, а именно Q-learning. Выяснилось, что для получения точных результатов нужны огромные вычислительные мощности и точные исходные данные о влиянии бренда на рыночные отношения компании, на ценность бренда и на рыночную позицию бренда.

3.2. Комплекс моделей оцінювання знань у системах дистанційного навчання

к. е. н., доц. Яценко Р. М.
маг. Заржецький В. І.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

The purpose of the study is to build a set of models for assessing knowledge for the purpose of further use in distance learning systems. The existing approaches to the development of models for assessing knowledge are analyzed and a complex of models for assessing knowledge in distance learning systems is built, based on the spaced repetition method and the individual trajectory model. The complex includes blocks of forming a bank of questions, the acquisition and formation of knowledge, assessment of knowledge, improving the quality of a bank of questions. A set of knowledge assessment models based on the chat bot has been implemented to prepare for EIT in mathematics in Telegram. The educational process was tested using a complex of models.

Дослідження присвячено побудові комплексу моделей оцінювання знань з метою подальшого використання у системах дистанційного навчання. Проаналізовано існуючі підходи до розробки моделей оцінювання знань та побудовано комплекс моделей оцінювання знань у системах дистанційного навчання, який базується на методі інтервального повторення та моделі індивідуальної траєкторії. До комплексу належать блоки формування банку запитань, набуття та формування знань, оцінювання знань, підвищення якості банку запитань. Реалізовано комплекс моделей оцінювання знань на базі чат-бота для підготовки до ЗНО з математики у Telegram. Проведено апробацію навчального процесу з використання комплексу моделей.

Исследование посвящено построению комплекса моделей оценки знаний с целью дальнейшего использования в системах дистанционного обучения. Проанализированы существующие подходы к разработке моделей оценки знаний и построен комплекс моделей оценки знаний в системах дистанционного обучения, основанный на методе интервального повторения и модели индивидуальной траектории. Комплекс состоит из блоков формирования банка вопросов, приобретения и формирования знаний, оценки знаний, повышения качества банка вопросов. Реализован комплекс моделей оценки знаний на базе чат-бота для подготовки к ВНО по математике в Telegram. Проведена апробация учебного процесса по использованию комплекса моделей.

3.3. Система управління кібербезпеки банків з використанням засобів штучного інтелекту

д. е. н., проф. Устенко С. В.
асп. Остапович Т. В.
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

To ensure a sufficient level of security in banking systems, CCTV cameras are used. The technology is quite simple and has proven itself for several decades. Potential attackers are rapidly moving forward and to ensure the technological advantage of the security service of the bank, the article proposes to use three-dimensional video in conjunction with the algorithms of human recognition by characteristic signs of movement, Movement and attributes of clothing for further use of artificial intelligence to analyze and recognize images in real-time and space on the bank's territory. Threat response time and challenges play crucial to eliminate the consequences of the threat implementation. Not even excluding this, it is necessary to create opportunities to

prevent the threat from being implemented at an early stage. All these and other means are not available when using an outdated video surveillance system, with which human error has a detrimental effect on the security of the banking system. To increase the security of banks in the article it is proposed to use a cybersecurity management system based on the implementation of machine learning algorithms. The proposed approach is especially important when it comes to internal risks that are directly related to human factors. At a time when technologies change very quickly than are gained in popularity and become mass, the banking system remains sufficiently conservative and closed area where innovation is implemented very slowly. This approach jeopardizes the technological ability of the bank to perform the functions entrusted to its security service.

Для забезпечення достатнього рівня безпеки в банківських системах використовуються камери відеоспостереження. Технологія достатньо проста та зарекомендувала себе впродовж декількох десятиліть. Потенційні зловмисники стрімко рухаються вперед і для забезпечення технологічної переваги служби безпеки банку, в статті запропоновано використання тривимірного відео в поєднанні з алгоритмами розпізнавання людини за характерними ознаками пересування, руху та атрибутів одягу з метою подальшого використання штучного інтелекту для аналізу і розпізнавання образів в реальному часі та просторі на території банку. Час реакції на загрозу та виклики відіграють вирішальне значення для усунення наслідків реалізації загрози. Навіть не виключаючи цього, необхідно створювати можливості запобігти реалізації загрози на початковому етапі. Всі ці, та інші засоби є недоступними в разі використання застарілої системи відеоспостереження, з використанням якої людська помилка має згубний вплив на забезпечення безпеки банківської системи. Для підвищення безпеки банків у статті пропонується використовувати систему управління кібербезпеки, засновану на впровадженні алгоритмів машинного навчання. Запропонований підхід є особливо важливим тоді, коли мова йде про внутрішні ризики, які пов’язані безпосередньо з людськими факторами. В той час, коли технології дуже швидко змінюються, ніж отримують популярність та стають масовими, банківська система залишається достатньо консервативною та закритою сферою, де впровадження інновацій здійснюється дуже повільно. Такий підхід ставить під загрозу технологічну здатність банку виконувати функції покладені на її службу безпеки.

Для обеспечения достаточного уровня безопасности в банковских системах используются камеры видеонаблюдения. Технология довольно проста и зарекомендовала себя в течение нескольких десятилетий. Потенциальные злоумышленники стремительно продвигаются вперед и для обеспечения технологического преимущества службы безопасности банка, в статье предлагается использовать трехмерное видео в сочетании с алгоритмами распознавания человека с характерными признаками передвижения, движения и атрибутов одежды с целью дальнейшего использования искусственного интеллекта для анализа и распознавания образов в режиме реального времени и пространства внутри банка. Время реагирования на угрозы и вызовы играют решающую роль для устранения последствий реализации угрозы. Не исключая даже этого, необходимо создать возможности для предотвращения того, чтобы угрозы не реализовывались на раннем этапе. Все эти и другие средства отсутствуют при использовании устаревшей системы видеонаблюдения, с помощью которой человеческая ошибка пагубно сказывается на безопасности банковской системы. Для повышения безопасности банков в статье предлагается использовать систему управления кибербезопасностью на основе внедрения алгоритмов машинного обучения. Предлагаемый подход особенно важен, когда речь идет о внутренних рисках, которые непосредственно связаны с человеческими факторами. В то время, когда технологии меняются очень быстро, чем приобретаются в популярности и становятся массовыми, банковская система остается достаточно консервативной и закрытой областью, где инновации осуществляются очень медленно. Такой подход ставит под угрозу технологическую способность банка выполнять функции, возложенные на его службу безопасности.

3.4. Дискретно-событийное моделирование как инструмент повышения качества сервис-ориентированного программного обеспечения

д. э. н., проф. Клебанова Т. С.
д. э. н., доц. Полуэктова Н. Р.
Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеца

The presented work describes an approach to studying the problem of improving the quality characteristics of service-oriented software, based on discrete-event models. The use of the proposed approach makes it possible to take decisions on the implementation of the different architectures of network software services at the design stage. Such method reduces development costs and increases the efficiency of the software.

У представленій роботі описаний підхід до вивчення проблеми підвищення характеристик якості сервіс-орієнтованого програмного забезпечення, заснований на дискретно-подієвих моделях. Застосування запропонованого підходу дозволяє приймати рішення про реалізацію різних архітектур мережевих програмних сервісів на етапі їх проектування, що знижує витрати розробки і підвищує ефективність програмного забезпечення.

В представленной работе описан подход к изучению проблемы повышения характеристик качества сервис-ориентированного программного обеспечения, основанный на применении дискретно-событийного моделирования. Применение предложенного подхода позволяет принимать решения о реализации различных архитектур сетевых программных сервисов на этапе их проектирования, что снижает издержки разработки и повышает эффективность программного обеспечения.

3.5. Risk modelling of alternative investments

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
Butylo D.
Taras Shevchenko National University of Kyiv

Alternative investments present an intensively grow domain which characterizes by relatively high risk. Our research focus to complex evaluation of such investment’s risks. There were formed special sample from ETF corresponding alternative investments. Sample was structured in 10 classes of alternative investments. Risk evaluation involve applying different approaches. First approach grounding on vola-tility conception and include a number of risk measures. Special attention was paid to consider risk from asymmetry analysis, which reveals domination of negative skew of return`s distribution. Second approach estimates risk at the frameworks of a Value-at-Risk methodology. VaR and CVaR estimations were examined by comparative analysis. Third approach use sensitivity analysis with returns of two chosen market indices. They are S&P500 and AGG. Only two classes from considered ETF`s classes (hedge funds and long short) indicates sensitivity to changes of S&P500 returns. A separate area of research was fitting probability distribution function. Four type of distr-?butions were identified as a best fitting. The most recurrent distribution turned out to be four parametric Burr distribution. ETF classes are differing by risk level and risk characteristics, which should be taking into account in asset allocation process. Modelling investment risk for alternative investments should use complex attitude to risk analysis and evaluation.

Альтернативні інвестиції є інтенсивно зростаючою областю, яка характеризується відносно високим ризиком. Наші дослідження спрямовані на комплексну оцінку ризиків таких інвестицій. Були сформовані спеціальні зразки з ETF, відповідні альтернативним інвестицій. Вибірка була структурована по 10 класам альтернативних інвестицій. Оцінка ризику передбачає застосування різних підходів. Перший підхід заснований на концепції волатильності і включає ряд оцінок ризику. Особливу увагу було приділено розгляду ризику на основі аналізу асиметрії, який виявляє домінування негативного перекосу розподілу прибутку. Другий підхід оцінює ризик в рамках методології оцінки ризику. Оцінки VaR і CVaR були досліджені порівняльним аналізом. Третій підхід використовує аналіз чутливості з прибутковістю двох обраних ринкових індексів. Це S&P500 і AGG. Тільки два класи з розглянутих класів ETF (хедж-фонди і довга коротка позиція) вказують на чутливість до змін прибутковості S&P500. Окремою галуззю досліджень була підгонка функції розподілу ймовірностей. Чотири типу розподілів були визначені як найбільш підходящі. Найбільш рекурентним розподілом виявилося чотирьохпараметричний розподіл Бьорра. Класи ETF відрізняються рівнем ризику і характеристиками ризику, які слід враховувати при розподілі активів. Моделювання інвестиційного ризику для альтернативних інвестицій має використовувати складне відноешння до аналізу й оцінки ризику.

Альтернативные инвестиции представляют собой интенсивно растущую область, которая характеризуется относительно высоким риском. Наши исследования направлены на комплексную оценку рисков таких инвестиций. Были сформированы специальные образцы из ETF, соответствующие альтернативным инвестициям. Выборка была структурирована по 10 классам альтернативных инвестиций. Оценка риска предполагает применение различных подходов. Первый подход основан на концепции волатильности и включает ряд мер риска. Особое внимание было уделено рассмотрению риска на основе анализа асимметрии, который выявляет доминирование отрицательного перекоса распределения прибыли. Второй подход оценивает риск в рамках методологии оценки риска. Оценки VaR и CVaR были исследованы сравнительным анализом. Третий подход использует анализ чувствительности с доходностью двух выбранных рыночных индексов. Это S&P500 и AGG. Только два класса из рассмотренных классов ETF (хедж-фонды и длинная короткая позиция) указывают на чувствительность к изменениям доходности S&P500. Отдельной областью исследований была подгонка функции распределения вероятностей. Четыре типа распределений были определены как наиболее подходящие. Наиболее рекуррентным распределением оказалось четырехпараметрическое распределение Бёрра. Классы ETF отличаются уровнем риска и характеристиками риска, которые следует учитывать при распределении активов. Моделирование инвестиционного риска для альтернативных инвестиций должно использовать сложное отношение к анализу и оценке риска.

3.6. Методи цілеорієнтованої розробки вимог до управлінських інформаційних систем

к. е. н., доц. Денісова О. О.

ДВНЗ "Київський національний економічний університет імені В.Гетьмана"

The work considers of the current changes in the concept of managing requirements for information systems. The problems of business requirements elaborating are described and ways to solve them are proposed. The modern methods and frameworks for goal-oriented requirements engineering are analyzed. The problems of further research are identified with the purpose of integrating goal-oriented requirements modeling in the process of management information systems engineering.

Досліджено актуальні зміни концепції керування вимогами до інформаційних систем. Описано проблеми формування бізнес-вимог і запропоновано шляхи їх вирішення. Проаналізовано існуючі методи і фреймворки цілеорієнтованого розроблення вимог. Визначено проблематику подальших досліджень з метою інтеграції цілеорієнтованого моделювання вимогами у процес інжинірингу управлінських інформаційних систем.

Исследованы актуальные изменения концепции управления требованиями к информационным системам. Описаны проблемы формирования бизнес-требований и предложены пути их решения. Проанализированы существующие методы и фреймворки целеориентированной разработки требований. Определена проблематика дальнейших исследований з целью интеграции целеориентированного моделирования требований в процесс инжиниринга информационных систем менеджмента.

3.7. Моделювання та оптимізація дистрибутивної мережі підприємства

к. е. н., доц. Панасенко О. В.
к. е. н., доц. Чаговець Л. О.
маг. Онищенко А.А.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

У роботі розглянуто питання оптимізації дистрибутивної мережі підприємства та її роль у забезпеченні споживачів. Побудовано прогнозні моделі для визначення попиту дистриб'юторів у наступному періоді, на основі отриманих прогнозів сформовано та розв'язано транспортну задачу мінімізації вартості доставки продукції від заводів-виробників до дистриб'юторів.

В работе рассмотрены вопросы оптимизации дистрибутивной сети предприятия и ее роль в обеспечении потребителей. Построены прогнозные модели для определения спроса дистрибьюторов в следующем периоде, на основе полученных прогнозов сформирована и решена транспортная задачу минимизации стоимости доставки продукции от заводов-производителей к дистрибьюторам.

The paper deals with the optimization of the enterprise distribution network and its role in providing consumers. The forecast models were built to determine distributor demand in the coming period. The transport optimization model of minimizing the cost of product delivery from manufacturing plants to distributors was developed by the forecasts obtained.

Научное издание

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

Печатается в авторской редакции