

Науковий журнал

# MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS

---

2021, № 1

---

Scientific journal

## MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS

---

2021, Issue 1

---

Хмельницький 2021  
Khmelnyskyi 2021

# MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS

## SCIENTIFIC JOURNAL

Published since 2021 year

4 time a year

Khmelnytskyi, 2021, № 1 (1)

Establishers: Khmelnytskyi National University (Ukraine)

The journal is included in scientometric databases:

Google Scholar

CrossRef <http://doi.org/10.31891/MDES>

### Editors

**Nila Khrushch**

Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Finance, Banking and Insurance, Khmelnytskyi National University (Khmelnytskyi, Ukraine)

### Head of editorial board

**Pavlo Hryhoruk**

Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Automated Systems and Modeling in Economics, Khmelnytskyi National University (Khmelnytskyi, Ukraine)

### Executive secretary

**Liudmyla Prystupa**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance, Khmelnytskyi National University (Khmelnytskyi, Ukraine)

### Editorial board:

**Asta Raupelienė**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Kaunas, Lithuania)

**Audrius Gargasas**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Kaunas, Lithuania)

**Tea Munjishvili**, Doctor of Economics Sciences, Associate Professor (Tbilisi, Georgia)

**Givi Bedianashvili**, Doctor of Economics Sciences, Professor (Tbilisi, Georgia)

**Nina Rizun**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (Gdansk, Poland)

**Lesia Buiak**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Ternopil, Ukraine)

**Nataliia Havlovska**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Kateryna Gorbatiuk**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Svitlana Grygoruk**, Candidate of pedagogical Sciences, Associate Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Viktoriya Hurochkina**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor (Irpın, Ukraine)

**Hanna Danylchuk**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor (Cherkasy, Ukraine)

**Iryna Yepifanova**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Vinnytsia, Ukraine)

**Dmytro Zherlitsyn**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Kyiv, Ukraine)

**Raisa Kvasnytska**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Liubov Kibalnyk**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Cherkasy, Ukraine)

**Liudmyla Kozarezenko**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Kyiv, Ukraine)

**Taras Marshalok**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor (Ternopil, Ukraine)

**Olena Ovchynnikova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Nina Poyda-Nosyk**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Uzhhorod, Ukraine)

**Liudmyla Prystupa**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Yevhenii Rudnichenko**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

**Olga Slobodianiuk**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Odesa, Ukraine)

**Valentyna Stadnyk**, Doctor of Economic Sciences, Professor (Khmelnytskyi, Ukraine)

Technical editor

**Kravchuk Yurii**, Candidate of Economic Sciences

Recommended for publication by the decision of the Academic Council of Khmelnytskyi National University, protocol № 18 from 24.06.2021

Editorial board address: Scientific journal "MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS", Khmelnytskyi National University, Instytutska str. 11, Khmelnytskyi, 29016, Ukraine

☎ +38 (097) 861 42 43

e-mail: [mdes@khnmu.edu.ua](mailto:mdes@khnmu.edu.ua)

web: <http://mdes.khnmu.edu.ua/>  
<http://lib.khnmu.km.ua/mdes.htm>

Registered by the Ministry of Justice of Ukraine  
Certificate of state registration of the print media Series KB № 24853-14793P dated 28.05.2021

# MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновано у 2021 році

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький, 2021, № 1 (1)

Засновник:

Хмельницький національний університет (Україна)

Журнал включено до наукометричних баз:

Google Scholar

CrossRef <http://doi.org/10.31891/mdes>

**Головний  
редактор**

**Хрущ Ніла Анатоліївна**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів, банківської справи та страхування Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, Україна)

**Голова  
редакційної  
колегії**

**Григорук Павло Михайлович**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизованих систем і моделювання в економіці Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, Україна)

**Відповідальний  
секретар**

**Приступа Людмила Анатоліївна**

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, Україна)

## Члени редколегії:

**Раупеліене Аста**, доктор економічних наук, професор  
(м. Каунас, Литва)

**Гаргасас Аудріус**, доктор економічних наук, професор  
(м. Каунас, Литва)

**Мунджішвілі Теа**, доктор економічних наук, доцент  
(м. Тбілісі, Грузія)

**Бедіанашвілі Гіві**, доктор економічних наук, професор  
(м. Тбілісі, Грузія)

**Різун Ніна**, кандидат технічних наук, доцент  
(м. Гданськ, Польща)

**Буяк Л. М.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Тернопіль, Україна)

**Гавловська Н. І.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Хмельницький, Україна)

**Горбатюк К. В.**, кандидат економічних наук, доцент  
(м. Хмельницький, Україна)

**Григорук С. С.**, кандидат педагогічних наук, доцент  
(м. Хмельницький, Україна)

**Гурочкіна В. В.**, доктор економічних наук, доцент  
(м. Ірпінь, Україна)

**Данильчук Г. Б.**, кандидат економічних наук, доцент  
(м. Черкаси, Україна)

**Єпіфанова І. Ю.**, доктор економічних наук, доцент  
(м. Вінниця, Україна)

**Жерліцин Д. М.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Київ, Україна)

**Квасницька Р. С.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Хмельницький, Україна)

**Кібальник Л. О.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Черкаси, Україна)

**Козарезенко Л. В.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Київ, Україна)

**Маршалок Т. Я.**, доктор економічних наук, доцент  
(м. Тернопіль, Україна)

**Овчиннікова О. Р.**, кандидат економічних наук, доцент  
(м. Хмельницький, Україна)

**Пойда-Носик Н. Н.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Ужгород, Україна)

**Приступа Л. А.**, кандидат економічних наук, доцент  
(м. Хмельницький, Україна)

**Рудніченко Є. М.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Хмельницький, Україна)

**Слободянюк О. В.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Одеса, Україна)

**Стадник В. В.**, доктор економічних наук, професор  
(м. Хмельницький, Україна)

**Технічний редактор**

**Кравчик Юрій**, канд. екон. наук

Рекомендовано до друку рішенням

Вченої ради Хмельницького національного університету, протокол № 18 від 24.06.2021

Адреса редакції: Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, Хмельницький національний університет, редакція журналу "MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS"

☎ +38 (097) 861 42 43

e-mail: [mdes@khmnu.edu.ua](mailto:mdes@khmnu.edu.ua)

web: <http://mdes.khmnu.edu.ua/>  
<http://lib.khnu.km.ua/MDES.htm>

Зареєстровано Міністерством юстиції України

Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія КВ № 24853-14793Р від 28 травня 2021 року

© Хмельницький національний університет

© Редакція журналу «Modeling the development of the economic systems», 2021

---

**CONTENTS**

<b>NILA KHRUSHCH</b> THE STUDY OF STRUCTURAL CHANGES DUE TO THE COVID-19 PANDEMIC ACCORDING TO THE ACTIVITIES' INDICATORS OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES	<b>6</b>
<b>HANNA DANYLCHUK, LIUBOV KIBALNYK</b> MODELING OF CRISIS PHENOMENA IN REGIONAL STOCK MARKETS BY WAVELET- ENTROPY METHOD	<b>13</b>
<b>VIKTORIYA HUROCHKINA</b> METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR MODELLING INTEGRATION RISKS IN ECONOMIC EMERGENCE	<b>22</b>
<b>VALENTYNA STADNYK, GALINA KRASOVSKA, YULIIA HOLOVCHUK</b> MARKETING DOMINANT IN MODELS OF ENTREPRENEURIAL STRUCTURES INNOVATIVE POTENTIAL DEVELOPMENT FOR COMPETITIVE BUSINESS STRATEGY REALIZATION	<b>30</b>
<b>VIACHESLAV DZHEDZHULA, IRYNA YEPIFANOVA</b> METHODOLOGICAL APPROACHES TO CONSTRUCTION OF FUNCTIONS OF FUZZY MATHEMATICAL MODELS	<b>42</b>
<b>TETIANA ZAVHORODNIA, OKSANA PROSKUROVYCH, KATERYNA GORBATIUK</b> DIAGNOSIS OF THE RESULT OF A SEWING ENTERPRISE PRODUCTION ACTIVITY	<b>47</b>
<b>NINA POYDA-NOSYK</b> JUSTIFICATION OF THE INDICATORS AND FINANCIAL SECURITY ASSESSMENT PROCEDURE OF JOINT STOCK COMPANIES	<b>55</b>
<b>YEVGEN RUDNICHENKO, NATALIYA HAVLOVSKA, VOLODYMYR KRASNOSHTAN</b> RANKING OF TYPES OF RISK DEPENDING ON THE WEIGHT OF THE CONSEQUENCES OF THE DANGER OF THE EXTERNAL AND INTERNAL ENVIRONMENT OF ORGANIZATIONS	<b>66</b>
<b>OLGA SLOBODIANIUK, VASYL ORLOV</b> SIMULATION OF FINANCIAL ACTIVITY OF INSURANCE COMPANIES IN CONDITIONS OF RISK INSURANCE	<b>71</b>

---

**ЗМІСТ**

<b>НІЛА ХРУЩ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ ВНАСЛІДОК ПАНДЕМІЇ COVID-19 ЗА ПОКАЗНИКАМИ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВ	<b>6</b>
<b>ГАННА ДАНИЛЬЧУК, ЛЮБОВ КІБАЛЬНИК</b> МОДЕЛЮВАННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ НА РЕГІОНАЛЬНИХ ФОНДОВИХ РИНКАХ МЕТОДОМ ВЕЙВЛЕТ-ЕНТРОПІЇ	<b>13</b>
<b>ВІКТОРІЯ ГУРОЧКІНА</b> МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРАЦІЙНИХ РИЗИКІВ СИСТЕМИ В ЕМЕРДЖЕНТНІЙ ЕКОНОМІЦІ	<b>22</b>
<b>ВАЛЕНТИНА СТАДНИК, ГАЛИНА КРАСОВСЬКА, ЮЛІЯ ГОЛОВЧУК</b> МАРКЕТИНГОВА ДОМІНАНТА В МОДЕЛЯХ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ І РЕАЛІЗАЦІЇ КОНКУРЕНТНИХ БІЗНЕС-СТРАТЕГІЙ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ СТРУКТУР	<b>30</b>
<b>ВЯЧЕСЛАВ ДЖЕДЖУЛА, ІРИНА ЄПІФАНОВА</b> МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ	<b>42</b>
<b>ТЕТЯНА ЗАВГОРОДНЯ, ОКСАНА ПРОСКУРОВИЧ, КАТЕРИНА ГОРБАТЮК</b> ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ШВЕЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА	<b>47</b>
<b>НІНА ПОЙДА-НОСИК</b> ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ІНДИКАТОРІВ ТА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ АКЦІОНЕРНИХ ТОВАРИСТВ	<b>55</b>
<b>ЄВГЕН РУДНІЧЕНКО, НАТАЛІЯ ГАВЛОВСЬКА, ВОЛОДИМИР КРАСНОШТАН</b> РАНЖУВАННЯ ВИДІВ РИЗИКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВАГОМОСТІ НАСЛІДКІВ НЕБЕЗПЕКИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗАЦІЇ	<b>66</b>
<b>ОЛЬГА СЛОБОДЯНЮК, ВАСИЛЬ ОРЛОВ</b> МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ В УМОВАХ РИЗИКОВОГО СТРАХУВАННЯ	<b>71</b>

## THE STUDY OF STRUCTURAL CHANGES DUE TO THE COVID-19 PANDEMIC ACCORDING TO THE ACTIVITIES' INDICATORS OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

NILA KHRUSHCH

Khmelnitskyi National University  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9930-7023>  
e-mail: nila.ukr@gmail.com

*Small and medium-sized enterprises are an important component of the economic system of most countries, providing employment and income to a significant proportion of the population, economic and social transformation. At the same time, they are not so dependent on foreign markets, currency fluctuations, flexibly adapt to changing market conditions. Small and medium-sized businesses also play an important role in the domestic economy. They form a significant part of local budget revenues, ensuring the creation of new jobs; solving the problem of overcoming unemployment; provide support and development of the middle class in society; rapid adaptation to market changes, new circumstances. The COVID-19 pandemic has slowed down businesses of various sizes and types in various ways. Small and medium-sized enterprises operating in various sectors of the economy suffered the most. This study aims to examine the impact of the COVID-19 pandemic on the functioning of small and medium-sized enterprises and the change in regional structure in terms of their activities' indicators. We applied a research methodology with a critical review of the available publications for this sector of the economy. To solve the identified problem, we used the k-means clustering method, which is an iterative procedure for finding groupings of objects in the initial indicators' space. As a result of the calculations, the regions of Ukraine were distributed among four clusters. We described each cluster. Studies have shown that in 2020 there were no significant changes in the cluster structure of regions. This leads to the conclusion that the impact of the pandemic is equally evident in all regions. We also analyzed the measures of the government of the country, aimed at supporting the activities of small and medium enterprises, reducing losses and risks of closure from restrictive measures.*

**Keywords:** Covid-19, small and medium-sized enterprises, regional structure, clustering, k-means method.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-1

### PROBLEM DESCRIPTION

Small and medium-sized enterprises (SMEs) are an important part of the economic system of most countries. They provide employment and income for a significant proportion of the population, their economic and social transformation, contributes to economic diversification and social stability. Such enterprises are less dependent on foreign markets, currency fluctuations, and flexibly adapt to changing market conditions. According to the International Monetary Fund [1], SMEs account for 99% of all firms, more than 60% of jobs, and more than 50% of sales in most economies.

A key challenge facing the world is the Covid-19 pandemic, which has caused a global economic crisis and has significantly reduced the income and employment levels of many companies. The crisis consequences were the suspension of economic activity or a significant reduction in the functionality of many businesses and the growing threat of temporary or permanent disappearance of business. SMEs are the most vulnerable group of businesses, as their resources are often insufficient to deal with crises in the long run. The difficulty of adapting to new economic conditions also manifested itself in the impossibility of rapid reformatting of production processes. SMEs have less access to financial resources due to low attractiveness for investors and limited lending opportunities. This necessitated complex decisions as the risk of loss of solvency increased and the level of financial stability decreased, which were often aimed at non-restrictive, temporary, and in some cases complete cessation activities. Under such conditions, it is important to assess trends in SME performance to develop the necessary measures at the national level to support the activities of such enterprises.

### LITERATURE REVIEW AND GOALS FORMULATION

The issue to assess the SMEs' functioning in the context of the Covid-19 pandemic is the subject of discussion by a wide range of researchers from almost all countries. Study [2] presents data on the impact of Covid-19 on the activities of 4467 companies from 132 countries, which were collected in the period from April 21 to June 2, 2020. The results of the presented analysis show that 55% of respondents confirmed that the Covid-19 pandemic had a strong impact on their activities. About two-thirds of micro and small firms reported that the crisis had a strong impact on their business operations, compared with about 40% of large firms. One-fifth of SMEs said they risked stopping forever for three months. In Africa, two out of three companies reported being severely affected by COVID-19, mainly due to declining sales (75%) and/or difficulties in accessing input (54%). Service companies have suffered the most worldwide. For example,

in the area of housing and food, 76% of firms surveyed said that partial and complete blockades had a strong impact on their business operations.

Paper [3] presents the results of the short- and medium-term impact of COVID-19 restrictions on SME activities, based on two waves of telephone interviews with a previously surveyed large sample of China's SMEs. It is noted that the outbreak of COVID-19 forced the government to take tough measures to block the activities of SMEs, which led to significant losses. Due to problems with logistics blocs, labor shortages, and falling demand, 80% of SMEs were temporarily closed until February 2020 during the first wave of the pandemic. After the containment at COVID-19 in April, the authorities largely relaxed the restrictions and blockade. Thus, most small and medium-sized enterprises were opened until the second round of surveys in May. However, many firms, especially exporting firms, operated in part, mainly due to inadequate demand. Moreover, about 19% of registered enterprises and 25% of self-employed enterprises closed forever between the two waves of surveys. Study [4] conducted to assess the impact of the second wave of the pandemic on the activities of SMEs in the United States, showed as of February 1, 2021, that total small business income decreased by 30.9% compared to January 2020, largely due to lower consumer spending. Loss of income has led to unemployment, with the highest risk of unemployment among low-paid workers. SMEs in areas vulnerable to extreme weather and climate are faced with potentially challenging events as they prepare for or respond to natural disasters during a pandemic.

According to the International Monetary Fund [1], the increasing solvency risks of SMEs raise important concerns about economic growth, jobs, and the financial stability of creditors. Even with a strong economic recovery, about one-fifth of SMEs may have negative net equity by the end of 2021 if they don't close earlier, and other insolvency rates may deteriorate. Deterioration of the balance sheet of SMEs can lead to the risk of losing up to 10% of their jobs, and 10% of debt risks not being repaid. It should also be noted the lack of financial resources. A significant proportion of small and micro enterprises rely on personal savings and limited trade credit, as most major commercial banks are reluctant to provide them.

Company "Info Sapiens", commissioned by the Center for International Private Enterprise, conducted a large-scale survey of managers, owners of micro, small and medium-sized businesses in Ukraine [5]. The results showed that if at the end of the first quarter of 2020 most enterprises characterized their stage of development as "stable", then by the middle of the third quarter (at the time of the survey) the share of "stable" enterprises halved (from 66% to 32%). The share of enterprises at the stage of recession or even closure increased by an order of magnitude (from 7% to 59%). The most pessimistic attitudes of microbusiness representatives - 60% of respondents assess the current situation as a decline, while among medium-sized businesses the share of such estimates is 42%. The share of enterprises that assess their stage of development as "growth" has also decreased significantly (from 25% to 5%). Similar results are presented in studies for other countries [6-14].

Finding ways out of the current situation, developing strategies for SMEs operation that will allow them to support their business and suffer minimal losses due to the Covid-19 pandemic, presented in [15-37]. According to scholars' point of view, one of the most important factors that will contribute to the achievement of these goals is the support of small and medium-sized businesses by the state [15-23]. Inclusive policies to assist SMEs, such as social security, financial support programs, temporary tax incentives, and tax deferrals, be more effective than other targeted policies, such as credit guarantees or programs aimed at the employment of employees that are more effective large campaigns. Paper [24] provides examples of successful SME support policies in countries such as South Korea, the United Kingdom, the United States, and the French Republic. Current issues of state support for small businesses in Ukraine are posted on the web portal [25]. In particular, they are related to the provision of financial state support to small and medium enterprises through the program of soft loans "5-7-9"; receiving one-time financial assistance for UAH 8.000; a moratorium on tax audits; tax holidays; partial repayment of tax debt.

According to scholars' opinion, the use of risk management technologies and crisis management strategies is very important in this case [26-30]. However, as rightly noted by G. B. Sylvana [28], the concepts of risk management are not widely used in the practice of managing small and medium-sized businesses, due to limited resources.

E. Hadiyati and F. Hendrasto [31] based on the example of Indonesia's SMEs design a business marketing strategy based on the tools of SWOT analysis and evaluation of IFAS and EFAS. According to the authors, the proposed growth strategy focuses on using the company's strengths to take advantage of various business opportunities during the Covid-19 pandemic.

An effective tool to support the SMEs' activities is their reorientation to the provision of new services that are in demand in a pandemic, and the use of new forms of business, in particular, the use of

online and digital technologies [32, 33]. Small and medium-sized enterprises are generally less inertial, and this reorientation is usually faster and less costly.

Providing the analytical processing of available data is Important in processes of decision-making and developing strategic plans, in which much attention is paid to the methods of economic and mathematical modeling. The paper [36] presents the results of an expert survey of the impact of COVID-19 on sales. Based on the results of data processing, a conclusion was made on the negative impact of the pandemic on cash flows and business profitability. K. Grondys with co-authors [37] assessed the most important risks by using analysis of variance in the SPSS system. The initial data were the results of empirical research conducted on small and medium enterprises in Poland. It was found that during a pandemic, the level and type of risk are the same in all surveyed enterprises. They are often threatened by strong competition in the industry, rising energy prices, and declining profits.

It should be noted that the analysis of the impact of the pandemic on the activities of domestic SMEs, studies of changes in the structure of regions on the indicators of their activities are currently not sufficiently reflected.

The purpose of this paper is to study the impact of the Covid-19 pandemic on the activities of SMEs by region and to identify structural changes in regional development in the context of SMEs. To achieve this goal, we will group the regions by indicators of SME development and explore the change in the clusters' structure.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Given the multidimensionality of the description of the activities of SMEs, to solve the problem of grouping SMEs by indicators of their activities, we use a political approach. Under such conditions, all indicators simultaneously affect the results of grouping. In addition, they are considered equally important for the final result. The implementation of the political approach is successfully carried out in the framework of cluster analysis. Even though clustering methods are heuristic procedures that do not have a statistical basis, they are quite widely used to solve problems of grouping regions [38-40]. It should also be noted that applying different clustering methods to the same data can lead to different results. In this study, we use the k-means method for clustering. Its feature is that the number of clusters is determined in advance, and their content is set during the iterative clustering procedure. The main idea of the k-means algorithm is that the data is arbitrarily divided into clusters, after which iteratively lists the center of mass for each cluster obtained in the previous step. Next, the observation objects are divided into clusters again according to which of the new centers was closer to the corresponding object. The purpose of the algorithm is to divide the original set of observation objects by a predetermined number  $k$  of clusters so that each observation belongs to exactly one cluster located at the smallest distance from the center of this cluster. At the same time, the distance to the centers of other clusters should be greater.

Consider the application of this procedure to the grouping of Ukraine's regions by indicators of SME activities. As the initial set of indicators, we choose the following ones:

$X_1$  - the number of medium-sized businesses per 10 thousand people of the current population;

$X_2$  - the number of small businesses (including micro-entrepreneurship) per 10 thousand people of the current population;

$X_3$  - the share of the volume of sold products (goods, services) of medium-sized enterprises (in the total volume of sold products (goods, services) by business entities);

$X_4$  - the share of sales of products (goods, services) of small businesses (including micro-enterprises) in the total sales of products (goods, services) by businesses.

The information base for the calculations was the data of the Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine [41]. For the convenience of representation of regions at carrying out calculations, we assign to each region the corresponding code (Table 1). The initial indicators' values are shown in Table 2.

Table 1

### Correspondence between the name of Ukraine's region and its code designation

Code	Region	Code	Region	Code	Region
C_01	Vinnitsia	C_09	Kyiv	C_17	Sumy
C_02	Volyn	C_10	Kyrovohrad	C_18	Ternopil
C_03	Dnipro	C_11	Luhansk	C_19	Kharkiv
C_04	Donetsk	C_12	Lviv	C_20	Kherson
C_05	Zhytomyr	C_13	Mykolaiv	C_21	Khmelnitskyi
C_06	Zakarpattia	C_14	Odesa	C_22	Cherkasy
C_07	Zaporizhzhia	C_15	Poltava	C_23	Chernivtsi
C_08	Ivano-Frankivsk	C_16	Rivne	C_24	Chernihiv



Table 2

## Initial data to make the calculation

Region	X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		X <sub>4</sub>	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
C_01	3.6	4.0	434.2	448.2	41.3	41.9	36.8	35.8
C_02	3.2	3.8	375.2	394.2	56.4	58.2	21.7	22.9
C_03	4.2	4.6	431.8	460.4	25.9	25.2	19.5	20.4
C_04	1.2	1.4	147.3	155.5	19.5	21.9	11.4	13.2
C_05	3.4	3.7	399.3	416.3	43.5	42.3	37.1	39.0
C_06	2.1	2.4	405.4	400.7	43.7	40.2	46.6	47.3
C_07	3.6	3.9	430.1	448.1	23.4	23.6	24.3	27.7
C_08	2.5	2.6	379.9	398.9	38.3	36.2	35.9	33.0
C_09	5.6	6.0	568.9	609.2	38.4	37.6	28.6	28.8
C_10	3.7	4.5	380.0	401.4	50.4	48.3	44.1	41.6
C_11	1.0	1.0	100.2	104.2	33.2	37.8	41.3	42.8
C_12	3.9	4.3	453.5	489.7	44.9	42.3	34.7	34.5
C_13	3.1	3.6	479.8	496.7	30.3	32.6	34.3	35.1
C_14	3.8	4.1	548.7	574.3	40.1	37.7	36.8	37.8
C_15	4.5	5.0	430.0	459.0	36.1	38.3	23.4	24.5
C_16	2.9	3.3	338.7	358.0	44.3	46.4	42.2	43.3
C_17	3.5	3.9	367.9	383.7	51.5	51.2	32.8	34.2
C_18	2.6	3.0	349.2	359.8	51.3	51.4	40.3	42.5
C_19	4.6	4.9	568.9	605.4	43.2	42.7	41.7	41.5
C_20	2.9	3.0	422.9	442.3	40.3	41.5	49.1	50.9
C_21	3.1	3.5	479.3	499.7	49.4	45.6	38.5	38.7
C_22	4.1	4.6	445.2	466.4	41.5	45.5	31.2	29.4
C_23	2.1	2.4	479.0	493.5	38.6	42.8	57.0	57.2
C_24	3.9	4.5	385.9	408.5	49.4	49.9	35.5	36.8

We perform calculations using the Statistica program in Russian localization and choose the number of clusters  $k = 4$ . The results of clustering are presented in Figures 1 and 2.

		Элементы кластера номер 1 (Таблиц и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 8 набл.				Элементы кластера номер 2 (Таблиц и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 9 набл.	
Наблюд.	объедин.			Наблюд.	объедин.		
C_3	0.755627			C_1	0.437337		
C_7	0.785124			C_2	0.825550		
C_9	0.796577			C_5	0.290463		
C_13	0.613649			C_10	0.453986		
C_14	0.554229			C_12	0.386437		
C_15	0.450912			C_17	0.266874		
C_19	0.847222			C_18	0.538505		
C_22	0.417990			C_21	0.413536		
				C_24	0.238996		

		Элементы кластера номер 3 (Таблиц и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 5 набл.				Элементы кластера номер 4 (Таблиц и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 2 набл.	
Наблюд.	объедин.			Наблюд.	объедин.		
C_6	0.240172			C_4	0.833482		
C_8	0.539511			C_11	0.833482		
C_16	0.447616						
C_20	0.256103						
C_23	0.674859						

Figure 1. Clustering of Ukraine's regions for data 2019

Let us compare the cluster structures obtained according to the data of 2019 and data of 2020. As we see, the first cluster in 2019 included Mykolaiv, Odesa, Dnipro, Poltava, Zaporizhzhia, Kharkiv, Kyiv, Cherkasy regions. These are regions with the relatively high development of small and medium enterprises, which is reflected in the rather high values of indicators shown in Table 2. The second cluster includes Vinnytsia, Volyn, Zhytomyr, Sumy, Ternopil, Khmelnytskyi, Kyrovohrad, Lviv, Chernihiv regions. The group of regions can be described as having indicators above the average level. The third group includes Rivne, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk, Kherson, and Chernivtsi regions. This group of regions has indicators below the average level. And the last cluster was formed by Donetsk and Luhansk regions. It is known that these regions are the most depressed and have a relatively low level of SME development.

Элементы кластера номер 1 (Таблицы и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 6 набл.)		Элементы кластера номер 2 (Таблицы и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 10 набл.)	
Наблюд.	объедин.	Наблюд.	объедин.
С_3	0,637419	С_1	0,289052
С_7	0,636834	С_2	0,953341
С_9	0,828690	С_5	0,403356
С_13	0,510138	С_10	0,414249
С_14	0,633223	С_12	0,314269
С_15	0,498353	С_17	0,409524
		С_19	0,836081
		С_21	0,401212
		С_22	0,370444

Элементы кластера номер 3 (Таблицы и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 6 набл.)		Элементы кластера номер 4 (Таблицы и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 2 набл.)	
Наблюд.	объедин.	Наблюд.	объедин.
С_6	0,250116	С_4	0,883359
С_8	0,755508	С_11	0,883359
С_16	0,387289		
С_18	0,552198		
С_20	0,326801		
С_23	0,706672		

Figure 2. Clustering of Ukraine's regions for data 2020

Analysis of the cluster structure of regions according to 2020 showed that from the first group two regions: Kharkiv and Cherkasy moved to the second group with values above the average level. This is due to a decrease in the share of sales of SMEs, although the number of such entities has increased compared to the previous year. From the second group, the Ternopil region moved to the group of regions with a below-average level of SME development. This is because this region was one of the first in Ukraine to be classified as a "red" zone and was there for a long time, which primarily limited the activities of small and medium enterprises. The fourth group of regions remained unchanged.

However, analyzing the changes in the regional structure of Ukraine in terms of SME development, it can be stated that the Covid-19 pandemic did not have a significant impact on changes in this structure. That is the negative impact of quarantine restrictions on the activities of SMEs equally evident in almost all regions.

It should be noted that the government is taking certain measures to support the activities of SMEs. This was facilitated by the program "Affordable loans 5-7-9%." Thus, only for the first three days of 2021 such loans were issued in the amount of UAH 338 million, including through refinancing at 0% - UAH 202 million [42]. With the support of the EU and the German government, the COVID-19 business clinic has been launched in Ukraine under the EU4Business: Competitiveness and Internationalization of SMEs project. Their activities are aimed at assisting domestic SMEs to meet the challenges posed by the COVID-19 pandemic. More than UAH 10 million have been allocated for the implementation of this initiative [43].

The need for further development of the IPU is also reflected in the State Strategy for Regional Development for 2021-2027 [44], where among the operational strategy's goals and main objectives are state support for small and medium enterprises, interest compensation on loans to small and medium enterprises, create jobs in problem areas, promotion for the formation of business development infrastructure, in particular, business centers, business incubators, and others.

### CONCLUSIONS

Thus, the study showed that the problem of the functioning of small and medium enterprises in a pandemic is the subject of discussion by a wide range of researchers. An analysis of the publications showed that the problems faced by SMEs are typical of both developed and developing countries. To assess the impact of the pandemic on the development of small and medium enterprises in Ukraine, we conducted a clustering of regions of Ukraine according to the Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine. The results of the research did not show significant changes in the regional structure in terms of SME performance. This led to the conclusion that the impact of the pandemic was equally evident in all regions.

### ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by the State budget project of Khmelnytskyi National University, project's registration number 0120U102123.

## REFERENCES

1. Insolvency Prospects Among Small-and-Medium-Sized Enterprises in Advanced Economies: Assessment and Policy Options. International Monetary Fund / Diez F. J. et.al. Staff Discussion Notes. 2021. Iss. 002. DOI: <https://doi.org/10.5089/9781513574561.006>. URL: <https://is.gd/9BqjX> (accessed: 26.05.2021)
2. SME Competitiveness Outlook 2020: COVID-19: The Great Lockdown and its Impact on Small Business. Geneva: International Trade Centre. 2020. 172 p. URL: <https://is.gd/DZFS3Z> (accessed: 26.05.2021)
3. The impact of COVID-19 on small and medium-sized enterprises (SMEs): Evidence from two-wave phone surveys in China / Dai R. et. al. *China Economic Review*. 2021. Vol. 67. Paper 101607. ISSN 1043-951X
4. Longitudinal Study of Complex Event Resilience of Small- and Medium-Sized Enterprises: Natural Disaster Planning and Recovery During the COVID-19 Pandemic (Wave 2). Helgeson J. F. et. al. Doi: DOI: <http://dx.doi.org/10.6028/nist.sp.1267>. URL: <https://is.gd/xzYV7s> (accessed: 25.05.2021)
5. Report on the study of micro, small and medium enterprises (in Ukrainian). URL: <https://is.gd/dS17IE> (accessed: 26.05.2021)
6. Shafi M., Liu J., Ren W. Impact of COVID-19 Pandemic on Micro, Small, and Medium-Sized Enterprises operating in Pakistan. *Research in Globalization*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2020.100018>
7. Mwenda Mutwiri N. (2021). Covid-19 financial distancing for MSMEs in Kenya. *International Journal of Research in Business and Social Science*. 2021. Vol. 10(3). Pp. 357-362. <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v10i3.1110> URL: <https://is.gd/1agaOI> (accessed: 26.05.2021)
8. COVID-19 Pandemic and Its Implications on Small and Medium Enterprises (SMEs). Operations in Zambia / Mwaanga C. et.al. Journal of Business Administration Research. 2021. Vol. 10. No. 1. Pp. 32-40 DOI: <https://doi.org/10.5430/jbar.v10n1p32>
9. COVID-19: Implications on Small and Medium Enterprises (SMEs) in Japan. *International Journal of East Asian Studies* / Alias A. et.al. 2021. Vol. 10. No. 1. Pp. 157-174. Special Issue on Covid-19 and Japan DOI: <https://doi.org/10.22452/IJEAS.vol10no1.10>. URL: <https://cutt.ly/2nmdDvu> (accessed: 26.05.2021)
10. Bularafa B. A., Adamu, U. G. Effect of COVID-19 Pandemic on SME Performance in Nigeria. *Advanced International Journal of Business, Entrepreneurship and SMEs*, 2021. Vol. 3 (7). Pp. 75-92. DOI: 10.35631/AIJBES.37007. URL: <https://is.gd/vb1Dcx> (accessed: 28.05.2021)
11. , Zakharkin, O., Zakharkina, L., Bilous, Y. (2020). The impact of the covid-19 pandemic on business activities in Ukraine / Boronos V. et.al. *Health Economics and Management Review*. 2020. Vol. 1(1). Pp. 76-83. DOI: <https://doi.org/10.21272/hem.2020.1-07>
12. Krasota O., Kiriev I. Features of small entrepreneurship development under macroeconomic stability violations. *Efektynna ekonomika*. 2021. Vol. 2 (in Ukrainian). DOI:10.32702/2307-2105-2021.2.98. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8671> (accessed: 26.05.2021).
13. Vagner I., Demko I. The impact of Covid-19 on the economic development of small and medium-sized business in Ukraine. *Bulletin of the University of Banking*. 2020. №1(37). Pp. 59-66
14. Saturwa H., Suharno S., Ahmad A. The impact of Covid-19 pandemic on MSMEs. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*. 2021. Vol. 24(1). Pp. 65-82. DOI: <https://doi.org/10.24914/jeb.v24i1.3905>. URL: <https://is.gd/e1U1Cp> (accessed: 28.05.2021)
15. Hadi S., Supardi, S. Revitalization strategy for small and medium enterprises after Corona virus disease pandemic (Covid-19) in Yogyakarta. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology*. 2020. Vol. 12. Pp. 4068-4076
16. Startups in times of crisis – A rapid response to the COVID -19 pandemic / Kuckertz A. et.al. *Journal of Business Venturing Insights*. 2020. Vol. 13. Paper e00169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbv.2020.e00169>
17. Sudarmo S. Understanding the challenges and opportunities of micro, small, and medium enterprises during COVID-19 pandemic in Indonesia: a systematic review. *International Journal of Business, Economics & Management*. 2021. Vol. 4(1). Pp. 54-62. DOI: <https://doi.org/10.31295/ijbem.v4n1.825>
18. Zaazou Z.A., Salman Abdou D. Egyptian small and medium sized enterprises' battle against COVID-19 pandemic: March - July 2020. *Journal of Humanities and Applied Social Sciences*. 2021. Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. DOI: <https://doi.org/10.1108/JHASS-09-2020-0161>
19. Mustapa A.N., Mohamad A. Malaysian Government Business Support and Assistance for Small and Medium Enterprises: A Case of COVID-19 Pandemic Crisis / Sergi, B.S., Jaaffar A.R. (Ed.). *Modeling Economic Growth in Contemporary Malaysia (Entrepreneurship and Global Economic Growth)*. 2021: Bingley, Emerald Publishing Limited. Pp. 291-305. DOI: <https://doi.org/10.1108/978-1-80043-806-420211022>
20. Antoni A. Funding and management support for recovering of micro, small and medium enterprises during disruption of COVID-19. *International Journal of Business, Economics & Management*. 2021. Vol. 4(1). Pp. 28-34. DOI: <https://doi.org/10.31295/ijbem.v4n1.725>. URL: <https://is.gd/l8iuvG> (accessed: 27.05.2021).
21. Diakunovskiy O. As to the state supporting for small and medium enterprises in the condominium of a coronavirus disease pandemic (Covid-19) in the republic of Poland and Ukraine. *Knowledge, Education, Law, Management*. 2020. № 3 (31). Vol. 1. Pp. 181-189
22. Heiko T. Priorities of entrepreneurship development in Ukraine in the conditions of the COVID-19 pandemic and post-quarantine period. *Socio-economic research bulletin*. 2020. No. 2 (73). Pp. 62-71.
23. Okhrimenko O., Zrobok O. Evaluation of the effectiveness of national policies of minimization of consequences COVID-19 pandemics. *Technology audit and production reserves*. 2021. Vol. 14(57). Pp. 38-44. URL: <https://is.gd/mPHvR2> (accessed: 2.06.2021)
24. Parshykova A. Supporting small and medium-sized businesses in the world (review of tools and policies) (in Ukrainian). URL: <https://is.gd/7qxTt9> (accessed: 27.05.2021)
25. All about # COVID19 for small and medium businesses. URL: <https://sme.gov.ua/covid19/> (accessed: 2.06.2021)
26. Socio-Economic Implications of COVID-19 Pandemic in South Asia: Emerging Risks and Growing Challenges / Rasul G. et.al. *Frontiers in Sociology*. 2021. Vol. 6. Paper 629693. DOI: 10.3389/fsoc.2021.629693.
27. Facing and responding to the COVID-19 threat – an empirical examination of MSMEs / Duarte Alonso A. et.al. *European Business Review*. 2021. Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. DOI: <https://doi.org/10.1108/EBR-09-2020-0231>

28. Sylvana G. B. Risk Mitigation for Small and Medium Sized Enterprises (SMEs) in the Middle of Volatility in the World's Economy Condition. *OISAA Journal of Indonesia Emas*. 2021. Vol. 4. Pp. 34-39.
29. Turaev I., Ganiev F. Management Strategy of Small and Medium Enterprises during the Pandemic Covid-19. *Journal La Bisecomani*, 2021. Vol. 2(1). Pp. 7-12. DOI: <https://doi.org/10.37899/journallabisecomani.v2i1.321>. URL: <https://is.gd/10BYi> (accessed: 4.06.2021)
30. Shevchenko-Perepolkina R. Ways of small business development in Covid-19. *Market Infrastructure*. 2020. Vol. 49. Pp. 147-151 (in Ukrainian). URL: <https://cutt.ly/AnmleMa> (accessed: 4.06.2021)
31. Hadiyati E., Hendrasto F. Entrepreneurial Marketing Strategy of Micro, Small and Medium Enterprises in Pandemic Covid-19 Era. *International Journal of Economics & Business Administration (IJEBA)*. 2021. Vol. 0(2). Pp. 178-191. DOI: <https://doi.org/10.35808/ijeaba/696>
32. Papadopoulou T., Baltas K. N., Balta M. E. The use of digital technologies by small and medium enterprises during COVID-19: Implications for theory and practice. *International Journal of Information Management*. 2020. Vol. 55. Paper 102192
33. Gregurec I., Tomishich Furjan M., Tomishich-Pupek, K. The Impact of COVID-19 on Sustainable Business Models in SMEs. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. No. 3. Paper 1098. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13031098>
34. Pedauga L., Saez F., Delgado-Márquez B.L. Macroeconomic lockdown and SMEs: the impact of the COVID-19 pandemic in Spain. *Small Business Economics*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00476-7>. URL: <https://is.gd/IATEU6> (accessed: 28.05.2021)
35. Aftab R., Naveed M., Hanif S. An analysis of Covid-19 implications for SMEs in Pakistan. *Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies*. 2021. Vol. 14. No. 1. Pp. 74-88. DOI: <https://doi.org/10.1108/JCEFTS-08-2020-0054>
36. Osarumwense R., Obose A. Impact of Coronavirus (Covid-19) Pandemic on Small and Medium Businesses in Edo State. *European Journal of Business and Management*. 2021. Vol.13, No. 8. Pp. 22-30. DOI: 10.7176/EJBM/13-8-03. URL: <https://is.gd/G02qvK> (accessed: 4.06.2021)
37. Risk Assessment of the SME Sector Operations during the COVID-19 Pandemic / Grondys K. et.al. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18. No. 8. Paper 4183. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18084183>
38. Munandar Tb. Ai. Analysis of Regional Development Disparity with Clustering Technique Based Perspective. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*. 2015. Vol. 6 (1). Pp. 137-141
39. Munandar Tb. Ai, Musdholifah A. A., Arsyad L. Multiview Hierarchical Agglomerative Clustering for Identification of Development Gap and Regional Potential Sector. *Journal of Computer Science*. 2018. Vol. 14 (1). Pp. 81-91.
40. Hryhoruk P., Khrushch N., Grygoruk S. The Rating Model of Ukraine's Regions According to the Level of Economic Development. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. 2019. Vol 7. No 2. Pp. 712-722. DOI: 10.21533/pen.v7i2.555.g338 URL: <https://is.gd/DSx7Fz> (accessed: 4.06.2021)
41. Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine. Rating assessment of regions (in Ukrainian). URL: <https://cutt.ly/olpWxkF>. (accessed: 4.06.2021)
42. Igor Petrashko: Only for the first 3 working days of 2021 applications for UAH 800 million were submitted under the program "Affordable loans 5-7-9%" (in Ukrainian). URL: <https://is.gd/FhwFWi> (accessed: 22.05.2021)
43. The first COVID-19-Business Clinics to support small and medium-sized businesses in Ukraine were launched (in Ukrainian). URL: <https://is.gd/2G8Gac> (accessed: 8.06.2021)
44. State Strategy for Regional Development for 2021-2027 (in Ukrainian). <https://cutt.ly/8lpQMyk> (accessed: 8.06.2021)

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ ВНАСЛІДОК ПАНДЕМІЇ COVID-19 ЗА ПОКАЗНИКАМИ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВ

НІЛА ХРУЩ

Хмельницький національний університет

Підприємства малого і середнього бізнесу є важливою складовою економічної системи більшості країн світу, забезпечуючи зайнятість і доходи значної частки населення, економічну та соціальну трансформацію. При цьому вони не так залежні від кон'юнктури зовнішніх ринків, валютних коливань, гнучко адаптуються до мінливих умов ринкового середовища. Важливу роль підприємства малого і середнього бізнесу відіграють і у вітчизняній економіці. Вони формують відчутну частину доходів місцевих бюджетів, забезпечуючи створення нових робочих місць; вирішення проблеми подолання безробіття, що пов'язано зі зменшенням кількості та чисельності великих підприємств; здійснюють підтримку та розвиток середнього класу в суспільстві; швидко пристосовуються до ринкових змін, нових обставин. Пандемія COVID-19 різними способами уповільнила діяльність підприємств різного розміру та типу. Найбільше постраждали малі і середні підприємства, що працюють у різних секторах економіки. Це дослідження має на меті дослідити вплив пандемії COVID-19 на функціонування малих і середніх підприємств та зміну регіональної структури за показниками їх діяльності. Ми застосували дослідницьку методологію з критичним оглядом наявної літератури для даного сектору економіки. Для вирішення поставлених завдань нами використаний метод кластеризації *k-means*, який являє собою ітеративну процедуру пошуку групувань об'єктів у просторі ознак. В результаті проведених розрахунків регіони України були розподілені між чотирма кластерами. Нами надана характеристика кожного кластера. Дослідження показали, що у 2020 році не відбулось істотних змін у кластерній структурі регіонів. Це призводить до висновку, що вплив пандемії однаково проявився у всіх регіонах. Нами також проаналізовані заходи уряду країни, спрямовані на підтримку діяльності малих і середніх підприємств, зменшення витрат та ризиків припинення діяльності від обмежувальних заходів.

Ключові слова: Covid-19, малі і середні підприємства, регіональна структура, кластеризація, метод *k-means*.

## MODELING OF CRISIS PHENOMENA IN REGIONAL STOCK MARKETS BY WAVELET-ENTROPY METHOD

HANNA DANYLCHUK <sup>1</sup>, LIUBOV KIBALNYK <sup>2</sup>

<sup>1</sup> The Bohdan Khmelnytsky National University, Cherkasy, Ukraine

ORDID: <https://orcid.org/0000-0002-9909-2165>

e-mail: [abdanylchuk@gmail.com](mailto:abdanylchuk@gmail.com)

<sup>2</sup> The Bohdan Khmelnytsky National University, Cherkasy, Ukraine

ORDID: <https://orcid.org/0000-0001-7659-5627>

e-mail: [liubovkibalnyk@gmail.com](mailto:liubovkibalnyk@gmail.com)

*The article reflects the results of a study on modelling regional stock markets using wavelet entropy. Particular attention is paid to periods of crises as special states of markets. Countries with the developed economies were selected for the study, namely, the United States, United Kingdom, Germany, France, China, Japan and Hong Kong. The values of stock indices of regional stock markets were used as a statistical base. The research period is from 2015 to 2021. The aim of the article is to monitor the current state of markets and to demonstrate the possibilities of using the wavelet entropy index as a precursor of crisis phenomena.*

*The wavelet entropy method was used. All calculations were performed in the Matlab environment - a system for modeling nonlinear dynamical systems.*

*The results of the study demonstrate the absence of crisis phenomena in these markets as of April 2021. It is shown that the use of wavelet entropy as a precursor indicator is reasonable. In particular, the reaction of stock markets to such crisis situations as the COVID-19 pandemic as well as other socio-political events is shown.*

*Based on the results of calculations, conclusions are made about the current state of stock markets of the studied countries. All stock market participants, investors, and relevant ministries to develop effective strategies can use the results obtained, as well as the method in general.*

**Keywords:** Economic crisis; modeling; regional stock markets; wavelet entropy, precursor.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-2

### INTRODUCTION

Recently, the world has been absorbed by crises, crisis phenomena, shocks, crashes, which are different in nature, manifestations, and power. The processes of globalization taking place in the world have both positive and negative consequences. From the point of view of the spread of crisis phenomena, globalization processes, in our opinion, are the high-speed tunnel that allows crises to spread without obstacles and to "infect" the economies of the world. The study of the course and consequences of crisis phenomena, as well as the study of emergence moment of the crisis, deserve the same special attention.

Thus, important issues about the general points of misunderstanding the nature of crises and the imperfections of the models used to study crises are revealed by Colander *et al.* (2009). The analysis of scientific achievements in research and modelling of crises allow distinguishes three generations of models of currency crises (Burnside *et al.*, 2007). Against the background of economists' failures in predicting the crisis of 2008-2009, Wieland and Wolters (2012) offer a comparative approach to the analysis of macroeconomic policy. For this purpose, they have developed a database of macroeconomic models, which allows choosing a method of modeling according to the situation. According to the authors, this will allow to obtain an adequate model and provide certain recommendations for decision-making. Basu (2009) analyses the financial crisis of 2007-2008 starting as a local problem in the US mortgage financing market and growing into a global recession after some time, and offers a model combining microeconomic and macroeconomic arguments. Strutt and Walmsley (2011) study the effects of the global financial crisis on China using a dynamic equilibrium model. To this purpose, scenarios have been developed, and the impact of the exit time from the crisis in terms of consequences for the world economy is studied. The European debt crisis is investigated by Bocola *et al.* (2019). A standard quantitative model of state default is used to study the debt crisis on the example of the European countries (Portugal, Spain, and Italy). To improve the performance of the model and the reliability of the results, the expansion of the model is proposed using introducing real variables. Armansyah and Effendi (2017) use Multivariate Adaptive Regression Spline to build the model of the financial crisis in Indonesia. According to the study results, conclusions were made about the possibility of obtaining information about the factors based on this model that can lead to a crisis. Gertler *et al.* (2017) study recent financial crises. Particular attention is paid to banking panic and the circumstances that can make a country's economy vulnerable to such panic. For purpose, a macroeconomic model the bank sector is used; however, the problem of the role of macroprudential policy remains unsolved. Mariano *et al.* (2000) determine the need and feasibility of forecasting financial and economic

crises. To prevent crises early, the Markov chain method is proposed. The proposed method was tested on the example of Turkey. Harvey (2010) builds a model considering both the unique characteristics of crises and the common moments occurring at the emergence and the course of crisis phenomena. A schematic method, which allows tracking processes over time, identifying the interrelated factors, is used. Chen *et al.* (2020) use a combination of the network technologies and spatial econometric model to model the impact of crises on the sectors the real economy and to identify the effects of spread (infection). It is necessary to allocate several scientific articles focusing the modeling of financial markets and identification of crisis periods with the use of economic and other interdisciplinary methods. These articles prove the effectiveness of entropy methods, network models, the Heisenberg uncertainty principle, scale-dependent Lyapunov indicators and other approaches for detecting and predicting crisis phenomena (See, e.g., Soloviev and Saptsin, 2011; Soloviev and Belinskij, 2018; Soloviev et al., 2019; Danylchuk *et al.*, 2016; Danylchuk *et al.*, 2019; Danylchuk *et al.*, 2020).

This paper proposes the use of interdisciplinary approach of wavelet entropy to model financial markets, their special conditions and pre-forecasting analysis.

### MATERIALS AND METHODS

The daily values of indices of regional stock markets of the countries (Yahoo Finance, 2021; InvestFunds, 2021) that have a highly developed economy. The list of the countries includes the United States, United Kingdom, Germany, France, China, Japan and Hong Kong. The data involve the period from January 1, 2015 to April 4, 2021.

#### Wavelet Entropy

The entropy of the wavelet transform provides a two-dimensional scan the time series. This allows to simultaneously analyze signals in two spaces - physical and temporal. The essence of the method of wavelet analysis is to introduce the appropriate basis and characteristics of the time series using the distribution of amplitudes in the introduced basis. There are two types of wavelet transform - continuous and discrete. Continuous Wavelet Transform (CWT) is used to study functions because the toolkit allows decomposing the function into elementary components. A representation of the time series with values in the form of coefficients in the sequence of wavelets can be received with the help of Discrete Wavelet Transform (DWT). The resulting sequence provides information about the series and local energy of its components at different scales. This type of wavelet transform is better suited for the study of economic time series.

To describe the basics of wavelet entropy, we turn to Zunino *et al.* (2006); Perez *et al.* (2005).

Let there be a time series, elements of which are presented on a uniform grid sampling time (frequency). The use of a set of scales allows to get such a wavelet transform:

$$X(t) = \sum_{j=1}^N \sum_k C_j(k) \psi_{j,k}(t) = \sum_{j=1}^N r_j(t), \quad (1)$$

where  $r_j(t)$  - a value that contains information about the  $X$  series respectively at frequencies  $2^{j-1}\omega_s \leq |\omega_s| \leq 2^j\omega_s$ ,  $\psi$  - the mother wavelet, which is the basis of the wavelet transformation. Spectrum coefficients (wavelet coefficients) are defined as  $C_j(k) = \langle S, \psi_{j,k} \rangle$ , with their help, the energy at each scale  $j = 1, \dots, N$  is submitted in the form of energy of the series elements. The wavelet energy of the spectrum is defined as the sum of the energies of each level:

$$E_{tot} = \|X\|^2 = \sum_{j=1}^N \sum_k |C_j(k)|^2 = \sum_{j=1}^N E_j. \quad (2)$$

Wavelet entropy based on wavelet transform is a quantitative measure of the ordered signal and is calculated by the formula:

$$WEn = - \sum_{j=1}^N p_j \ln(p_j), \quad (3)$$

where  $p_j = \frac{E_j}{E_{tot}}$  - relative wavelet energy, by which the distribution of wavelet energy is determined according to decomposition levels. A value of  $p_j$ , taken at different scales, form the energy probability distribution:

$$\sum_{j=1}^n p_j = 1. \quad (4)$$

Distribution  $\{p_j\}$  can be considered as time-scale density and used as a tool to determine the characteristics of the series in time and frequency spaces.

Shannon's entropy is a measure of the information contained in distribution is a criterion for analyzing and comparing the probability distribution.

To determine the normalized total wavelet entropy, the following formula is proposed:

$$E_{WT} = \frac{-\sum_{j=1}^N p_j \ln(p_j)}{X_{max}}, \quad (5)$$

where  $X_{max} = \ln N$  - normalized constant. NTWE can be used as a measure of the degree of regularity (chaos) of the time series and provide information about the hidden dynamic processes occurring in the series.

The wavelet transform is automatically characterized by a moving frequency-time window. Procedurally, it is described as follows: windows of a certain length  $L$  are chosen, while they do not overlap. Intervals  $i$  are formed  $i = 1, \dots, N_T$ , where  $N_T = \frac{M}{L}$ . The corresponding values of the time series of each interval are compared with the central point of the window. Therefore, at least one wavelet coefficient on each scale will be at the shortest window length. The moving window highlights both low- and high-frequency signal characteristics equally well, being an advantage of this method.

Wavelet energy at scale  $j$  for a time window is calculated by the formula:

$$E_j^{(i)} = \sum_{k=(i-1) \cdot L+1}^{i \cdot L} |C_j(k)|^2, \quad i = 1, \dots, N_T. \quad (6)$$

The total energy in this time window is equal to

$$E_{tot}^{(i)} = \sum_{j=-N}^{-1} E_j^{(i)}. \quad (7)$$

The relative and normalized wavelet entropy to reflect the changes occurring over time is calculated by the following formulas:

$$p_j^{(i)} = \frac{E_j^{(i)}}{E_{tot}^{(i)}}, \quad E_{WT}^{(i)} = -\sum_{j=-N}^{-1} p_j^{(i)} \cdot \frac{\ln p_j^{(i)}}{X_{max}}. \quad (8)$$

Quian Quiroga *et al.* (1999) obtain the indicators of wavelet entropy - scale and point entropy - based on the energy of wavelet coefficients. These types of indicators are based on the approach to data processing using Shannon's formula: scale processing is used for scale entropy, time processing - for point one.

When calculating both indicators of wavelet entropy, there is the energy field of wavelet coefficients

$$E_{ij} = C_{ij}^2, \text{ which is normalized by the standard deviation of the original time series } \tilde{E}_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sigma_t}.$$

The approach to further calculations differs depending on the type of entropy being calculated.

The formula for calculating the scale entropy is:

$$E_{WS} = -\sum_i \left( \left( \sum_j p_{ij} \right) \cdot \frac{\log_2 \sum_j p_{ij}}{\log_2 N} \right), \quad (9)$$

where  $p_{ij} = \frac{\tilde{E}_{ij}}{E_{tot}}$  - density distribution of entropy probability,  $E_{tot} = \sum_i \sum_j \tilde{E}_{ij}$ ;  $\log_2 N$  - normalizing factor (constant),  $N$  - the number of time series elements.

To calculate the point entropy, the sums of energies on each scale is determined  $\tilde{E}_i = \sum_j \tilde{E}_{ij}$  and the density distribution of energy probability is found by dividing energies of wavelet coefficients by the total energy of the corresponding scale  $p_{ij} = \frac{\tilde{E}_{ij}}{\tilde{E}_i}$ . The value of entropy at each point is found according to Shannon's formula:



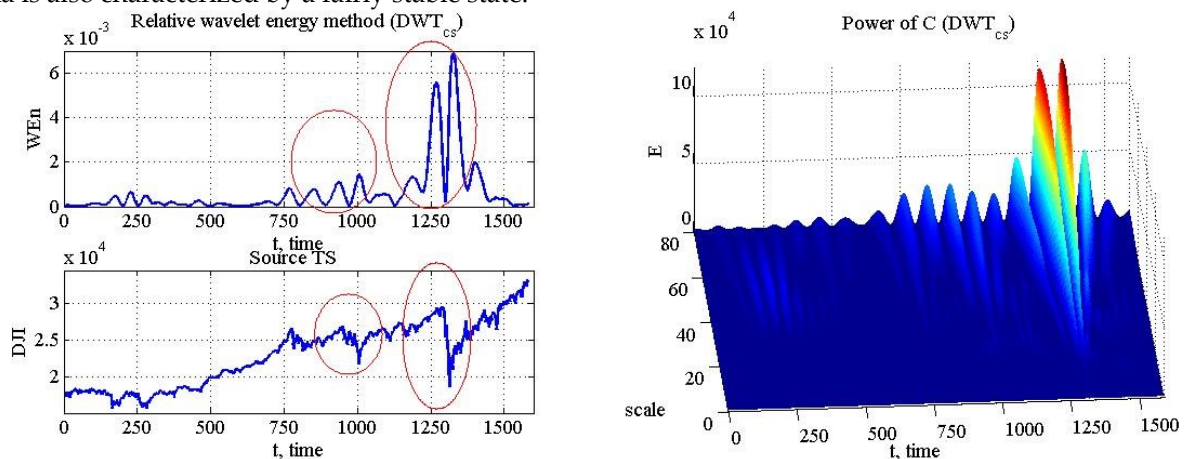
$$E_{WP} = -\sum_i \left( \left( \sum_j p_{ij} \right) \cdot \frac{\log_2 \sum_j p_{ij}}{\log_2 N} \right). \quad (10)$$

## RESULTS AND DISCUSSION

The calculations were performed in the Matlab environment with the following parameters: window width is 750 points; step is 5 points. Fig. 1-3 show the results of measurements. In the left part of the figures, some crisis periods are highlighted by multi-colored ellipses. Through empirical research, it has been established that the indicators of wavelet entropy in the pre-crisis and the actual crisis period form three increasing waves. The pre-forecast element is manifested when the entropy values of the third wave exceed the maximum value of the second wave. When the third wave reaches its maximum, it corresponds to the moment of the actual crisis in the system. The values of entropy, the interval of the pre-forecast period for each system are different. The analysis of Fig.1 shows similar processes occurring in the markets of the US, France, and Germany. The American DJI market was not chosen by chance among all US markets; it is the best for comparison with European indices. Fig.1(a) shows the formation of three waves in a neighborhood of 1000 (corresponds to 2019) and in a neighborhood of 1300 (corresponds to 2020). For the USA, these periods are associated with the Trump administration. Thus, in 2019, a decision was made to normalize the country's monetary policy (i.e., in fact, the decision to turn off the money printing machine). This did not add to the popularity of D. Trump, and his ratings at the time were the lowest among the last 13 presidents. In 2020, tensions between the United States and China increased. Although this state of affairs was almost always noted, the tension in relations reached its peak during the Trump administration. In the same year, 2020, the world was shocked by the rapid spread of coronavirus infection SARS-CoV-2. The COVID-19 pandemic has hit the world economy hard and made radical adjustments to human life. All current events, political, social, and economic ones, are reflected in the values of market indices. The use of wavelet entropy allows one seeing the hidden information. Thus, the energy field of wavelet coefficients demonstrates certain disturbances on a small scale that is the evidence of internal processes occurring in the market or the country as a whole (for example, Fig. 1 (a) right). For the markets of France (Fig. 1 (b)) and Germany (Fig. 1 (c)), the characteristic features of the last period are the formation of several triads of waves that is evidence of a systemic crisis. For European countries, it is associated with several reasons: the UK withdrawal from the European Union, political unrest in France, the pandemic. For the German market (Fig. 1 (c)), we can note three crises occurring one after another.

It should be noted that for the UK market (Fig.2(a)), the withdrawal of the country from the European Union also affected the economic situation. This is confirmed by the formation of three waves in a neighborhood of 800. The effects of the pandemic for the UK also caused a crisis situation (in a neighborhood of 1300). It is better to measure the broad market of the United States by the S&P500 index (see Figure 2 (b)). According to the indicators of wavelet entropy for this market, we note the reaction to global and domestic events mentioned above.

We note certain features in the behavior of the entropy index in the study of Asian markets (Fig.3). Thus, in the Chinese market (Fig.3(a)), small disturbances occur in a neighborhood of 1000 (corresponds to 2019). The end of 2019 is the period of the beginning of the global pandemic in China. However, the behavior of the entropy index indicates the relative state of calm in the stock market. This reflects the efforts of the country and its leadership to resolve the situation in all areas and activities. The current period for China is also characterized by a fairly stable state.





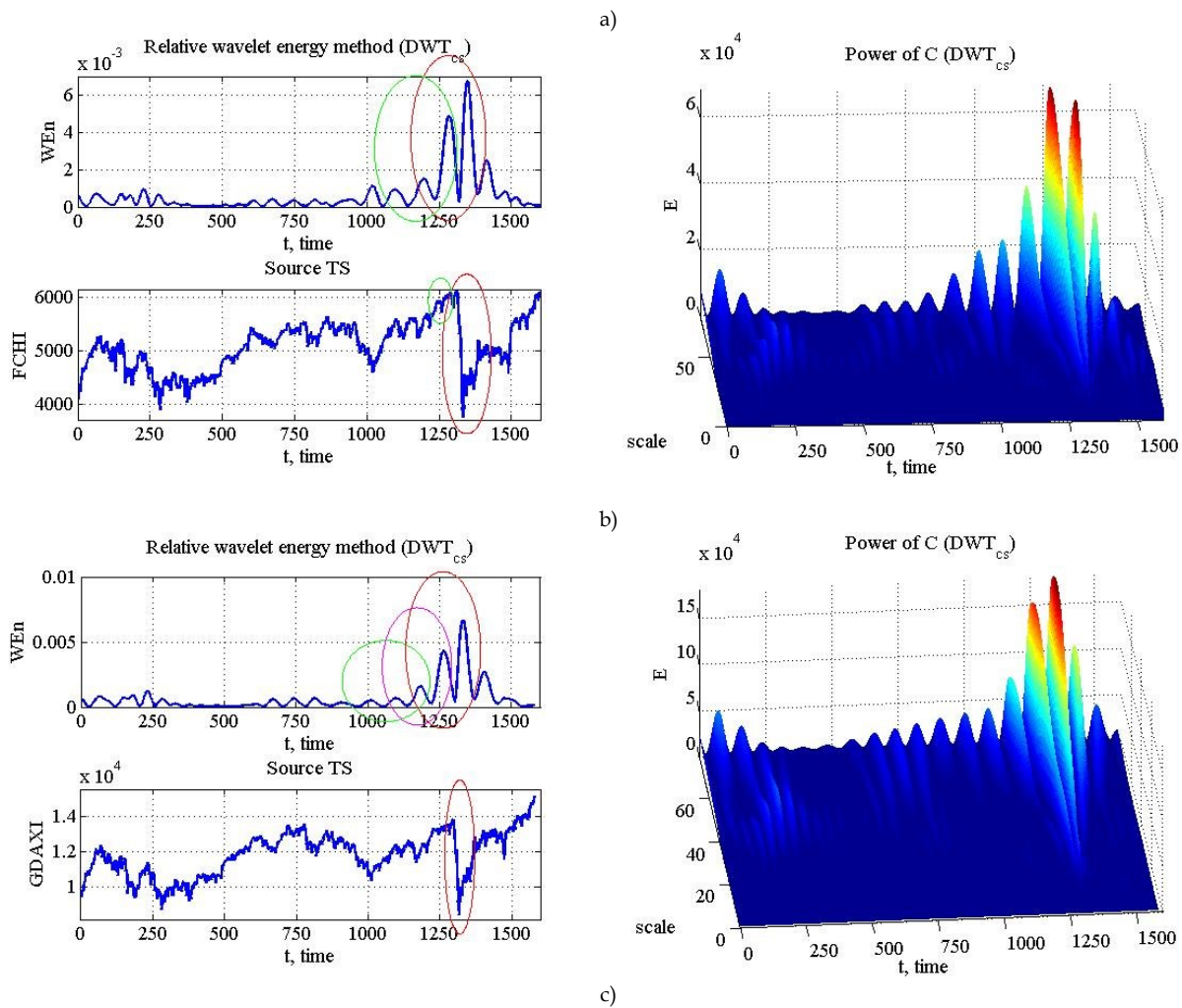
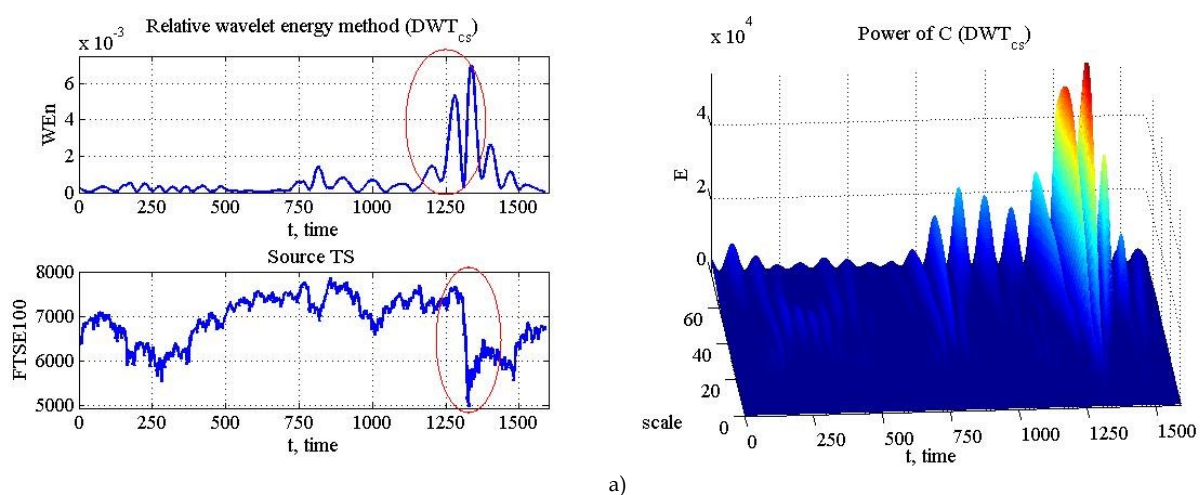
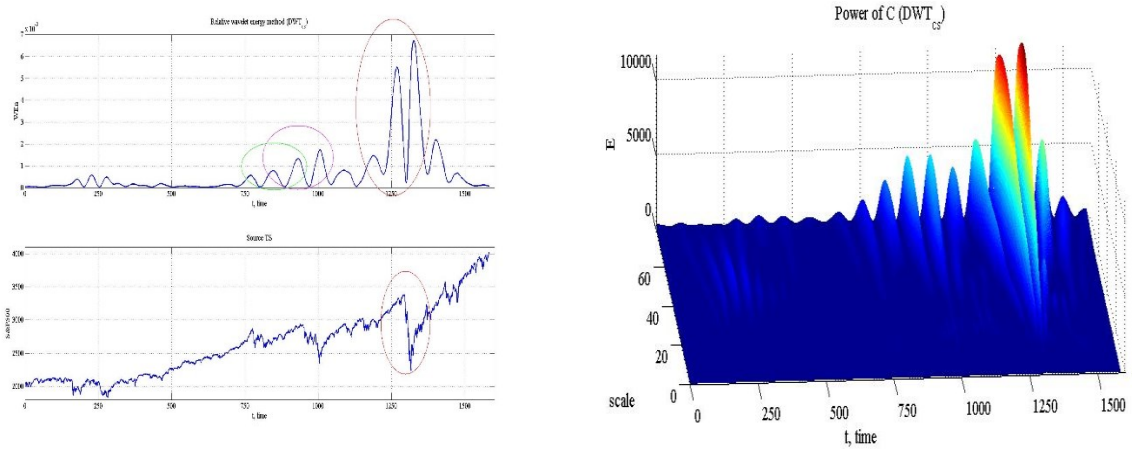


Figure 1: Wavelet entropy and time series dynamics (left) and wavelet coefficient energy (right) for stock markets of: (a) the United States, (b) France, (c) Germany

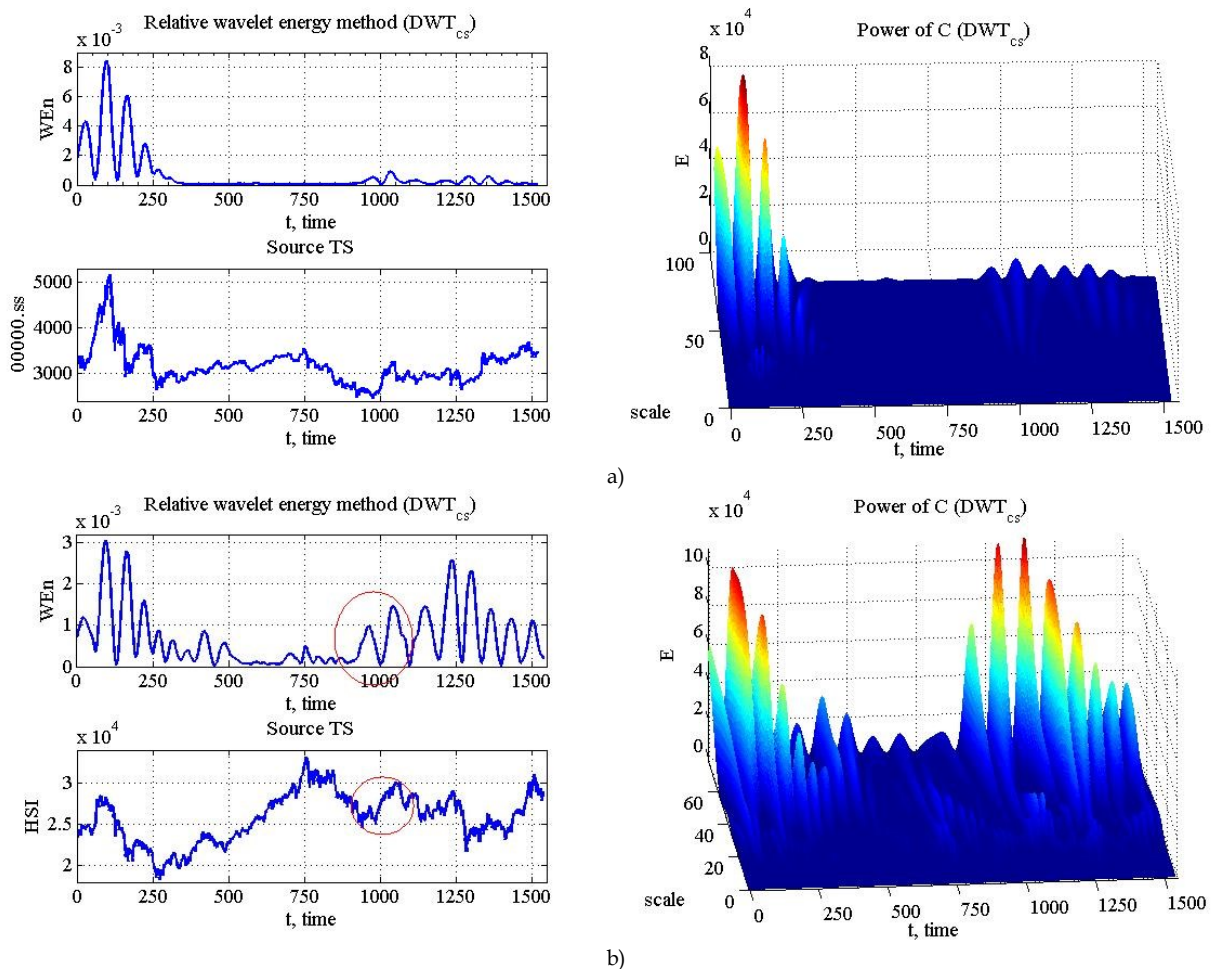




b) **Figure 2: Wavelet entropy and time series dynamics (left) and wavelet coefficient energy (right) for the stock markets of: (a) the United Kingdom, (b) the United States**

The turbulent course of events is observed in the Hong Kong market (Fig. 2 (b)). The market reaction to the pandemic is unquestionable; we can see the formation of three rising waves in a neighborhood of 1000. Small-scale disturbances occur at a small scale throughout the study period (see Fig. 2 (b) right), which may be evidence, e.g., of internal speculative actions in the market.

For the Japanese market, we observe the formation of three waves in a neighborhood of 750 (corresponding to 2018) and a neighborhood of 1250 (corresponding to 2020). Regarding the pre-forecasting capabilities of the wavelet entropy, it should be noted that for almost all studied stock markets, a gap of about 50 points (up to 2 months) is formed, which is a signal of crisis onset.



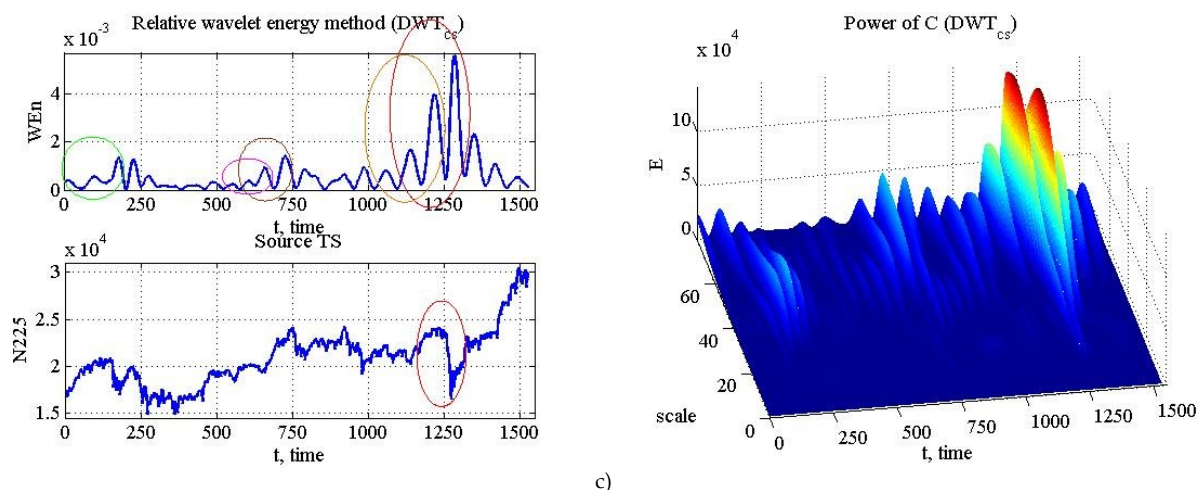


Figure 3: Wavelet entropy and time series dynamics (left) and wavelet coefficient energy (right) for the stock markets of: (a) China, (b) Hong Kong, (c) Japan

Thus, based on the study of regional stock markets using wavelet entropy indicators, we can conclude that the current state of the markets is quite stable. All markets responded to the crises caused by socio-political events and the COVID-19 pandemic. The wavelet entropy index is an effective indicator and a precursor of crisis phenomena.

### CONCLUSION

The paper studies the regional stock markets of the countries with highly developed economies. The study uses real data – stock market indices. Special states in these markets are modeled using the interdisciplinary method of wavelet entropy. The use of this method allows to find the hidden characteristics of time series at different scales and to obtain pre-forecasting analysis of time series. In particular, the reaction of all markets to the spread of coronavirus infection was noted. However, both the beginning and the course of the crisis are different for the countries studied. It is shown that the wavelet entropy index serves as an indicator-precursor of crisis phenomena. The indicator felt the formation of the crisis approximately 50 days before the actual crisis. The current period of the studied markets is marked by a stable state. The obtained research results can be used by both scientists and practicing economists. The wavelet entropy method can be used to monitor and model regional stock markets to identify and predict crisis phenomena.

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no potential conflict of interest regarding the publication of this work. In addition, the ethical issues including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication and, or falsification, double publication and, or submission, and redundancy have been completely witnessed by the authors.

### ABBREVIATIONS

CWT	Continuous Wavelet Transform
DWT	Discrete Wavelet Transform
NTWE	Normalized Total Wavelet Entropy
WEn	Wavelet entropy

### World stock indices:

country	symbol	name
China	^000001.SS	SSE Composite index
France	^FCHI	CAC40
Germany	^GDAXI	DAX PERFORMANCE INDEX
Hong Kong	^HSI	HANG SENG INDEX
Japan	^N225	Nikkei225
United Kingdom	^FTSE	FTSE100
US	^GSPC	S&P500
US	^DJI	DOW 30

## REFERENCES

1. Armansyah R. F.; Effendi M. B., (2017). Modeling the financial crisis in Indonesia. *Ventura-J. Econ. Bus. Acc.*, 20(2): 125-132 (8 pages). URL: <https://journal.perbanas.ac.id/index.php/jebav/article/view/1127/pdf>
2. Basu K., (2009). A Simple Model of the Financial Crisis of 2007-9 with Implications for the Design of a Stimulus Package. *CAE Working Pap., No. 09-11*, Cornell Univ., Cent. Anal. Econ. (CAE), Ithaca, NY (23 pages). URL: <https://basu.economics.cornell.edu/docs/09-11.pdf>
3. Bocola L.; Bornstein G.; Dovis A., (2019). Quantitative sovereign default models and the European debt crisis. *J. Int. Econ.*, 118: 20-30 (11 pages). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022199618302848>
4. Burnside C.; Eichenbaum M.; Rebelo S., (2007). Currency crises models (8 pages). URL: <https://www.kellogg.northwestern.edu/faculty/rebelo/htm/currency%20crisis%20models%20Ed.pdf>
5. Chen X.; Hao A.; Li Y., (2020). The impact of financial contagion on real economy-An empirical research based on combination of complex network technology and spatial econometrics model. *PloS one*, 15(3), e0229913. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229913>
6. Colander D.; Föllmer H.; Haas A.; Goldberg M.; Juselius K.; Kirman A.; Lux T.; Sloth B., (2009). The Financial Crisis and the Systemic Failure of Academic Economics. *Univ. Copenhagen Dept. Econ. Discussion Pap., No. 09-03* (18 pages). DOI: 10.1080/08913810902934109
7. Danylchuk, H.; Derbentsev, V.; Soloviev, V.; Sharapov, A., (2016). Entropy analysis of dynamic properties of regional stock markets. *Sci. Educ. New Dimension Econ., IV* (2): 15-19 (5 pages). URL: <https://www.slideshare.net/SocietyforCulturaland-science-and-education-a-new-dimension-economics-issue-94>
8. Danylchuk H.; Kibalnyk L.; Kovtun O.; Kiv A.; Pursky O.; Berezna G., (2020). Modelling of cryptocurrency market using fractal and entropy analysis in COVID-19. *Proc. Selected Pap. Spec. Edition Int. Conference Monitoring, Model. Manage. Emergent Econ. (M3E2-MLPEED 2020)*, pp. 352-371 (20 pages). URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2713/paper40.pdf>
9. Danylchuk H.; Kibalnyk L.; Serdiuk O., (2019). Study of critical phenomena in economic systems using a model of damped oscillations. *SHS Web Conf., Vol. 65: 06008*, EDP Sciences (8 pages). URL: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196506008>
10. Gertler M.; Kiyotaki N.; Prestipino A., (2017). A Macroeconomic Model with Financial Panics (63 pages). URL: <https://doi.org/10.17016/IFDP.2017.1219>
11. Harvey J., (2010). Modeling financial crises: A schematic approach. *J. Post Keynesian Econ.*, 33(1): 61-82 (31 pages). DOI: 10.2307/20798381
12. InvestFunds - stock quotes online, (2021). Verizon Media. Accessed 4 Apr 2021. URL: <http://investfunds.ua>
13. Mariano R. S.; Gultekin B. N.; Ozmurat S.; Shabbir T., (2000). Models of Economic and Financial Crises. *Top. Middle Eastern and Afr. Econ., Vol. 2, Issue 2*, (9 pages). URL: <https://meea.sites.luc.edu/volume2/PDFS/Models%20of%20Economic%20and%20Financial.pdf>
14. Perez D.G.; Zunino L.; Garavaglia M.; Rosso O.A., (2005). Wavelet entropy and fractional Brownian motion time series. *arXiv:physics/0501105 v1* 19 Jan 2005 (10 pages). URL: <https://cds.cern.ch/record/816320/files/0501105.pdf>
15. Quiroga R. Q.; Rosso O.A.; Başar E., (1999). Wavelet entropy: a measure of order in evoked potentials. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. Suppl.*, 49: 299-303 (5 pages). URL: [https://www.researchgate.net/profile/Osvaldo-Rosso-3/publication/12767753\\_Wavelet\\_entropy\\_a\\_measure\\_of\\_order\\_in\\_evoked\\_potentials/links/590344e74585152d2e92c0d0/Wavelet-entropy-a-measure-of-order-in-evoked-potentials.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Osvaldo-Rosso-3/publication/12767753_Wavelet_entropy_a_measure_of_order_in_evoked_potentials/links/590344e74585152d2e92c0d0/Wavelet-entropy-a-measure-of-order-in-evoked-potentials.pdf)
16. Soloviev V.; Belinskiy A., (2018). Methods of nonlinear dynamics and the construction of cryptocurrency crisis phenomena precursors. *arXiv preprint arXiv:1807.05837* (12 pages). URL: [http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper\\_175.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_175.pdf)
17. Soloviev V.; Sapsin V., (2011). Heisenberg uncertainty principle and economic analogues of basic physical quantities. *arXiv preprint arXiv:1111.5289* (21 pages) URL: <https://arxiv.org/pdf/1111.5289.pdf>
18. Soloviev V.; Serdiuk O.; Semerikov S.; Kohut-Ferens O., (2019). Recurrence entropy and financial crashes. *7th Int. Conference Model., Dev. Strategic Manage. Econ. Syst. (MDSMES 2019)*, pp. 385-388, Atlantis Press (4 pages). URL: <https://doi.org/10.2991/mdsmes-19.2019.73>
19. Strutt A.; Walmsley T., (2011). Implications of the global financial crisis for China: A dynamic CGE analysis to 2020. *Econ. Res. Int.* (9 pages). URL: <https://www.hindawi.com/journals/ecri/2011/926484/>
20. Wieland V.; Wolters M., (2012). Macroeconomic model comparisons and forecast competitions/ URL: <https://voxeu.org/article/failed-forecasts-and-financial-crisis-how-resurrect-economic-modelling>
21. Yahoo Finance - Business Finance, Stock Market, Quotes, News, (2021). Verizon Media. Accessed 4 Apr 2021. URL: <https://finance.yahoo.com>
22. Zunino L.; Perez D.G.; Garavaglia M.; Rosso O.A., (2006). Wavelet entropy of stochastic processes, *arXiv:physics/0603144 v1* 17 Mar 2006 (12 pages). URL: <https://cds.cern.ch/record/936162/files/0603144.pdf>

---

**МОДЕЛЮВАННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ НА РЕГІОНАЛЬНИХ ФОНДОВИХ РИНКАХ МЕТОДОМ ВЕЙВЛЕТ-ЕНТРОПІЇ**

ГАННА ДАНИЛЬЧУК, ЛЮБОВ КІБАЛЬНИК

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

*У статті знайшли відображення результати дослідження з моделювання регіональних фондових ринків із використанням вейвлет-ентропії. Особлива увага приділяється періодам особливих станів ринків – кризовим явищам. Для дослідження було обрано країни із розвиненими економіками: Сполучені Штати Америки, Велика Британія, Німеччина, Франція, Китай, Японія та Гонг Конг. В якості статистичної бази використано значення біржових індексів регіональних фондових ринків. Період дослідження – з 2015 по 2021 рр. Метою статті є моніторинг поточного стану ринків та демонстрація можливостей використання показника вейвлет-ентропії в якості індикатора-передвісника кризових явищ.*

*Використано метод вейвлет-ентропії. Всі розрахунки проведено у середовищі Matlab – системі для моделювання нелінійних динамічних систем.*

*Результати дослідження демонструють відсутність кризових явищ на цих ринках станом на квітень 2021 року. Показано, що використання вейвлет-ентропії в якості індикатора-передвісника є обґрунтованим. Зокрема, показано реакцію фондових ринків на такі кризові ситуації як пандемія COVID-19, а також на інші соціально-політичні події.*

*За результатами розрахунків зроблено висновки щодо сучасного стану фондових ринків досліджуваних країн. Отримані результати, як і використання вказаного методу, можуть бути використані всіма учасниками фондових ринків, інвесторами, а також відповідними міністерствами для розробки ефективних стратегій.*

*Keywords: економічні кризи; моделювання; регіональні фондові ринки; Вейвлет ентропія; індикатор-передвісник.*



## METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR MODELLING INTEGRATION RISKS IN ECONOMIC EMERGENCE

VIKTORIYA HUROCHKINA

University of the State Fiscal Service of Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8869-0189>

e-mail: viktoriav2005@ukr.net

*The article discusses the methodological basis for modeling integration risks of the social and economic system, namely the association of enterprises and organizations in the value-added chain in the context of the emergent economy. The theoretical basis and practical aspects of the risk-taking of integration processes were presented, features of integration and methods of risk modeling in value chains in socio-economic systems were identified. Systematized taxonomic survey of emergent state of socio-economic system has been developed. The components of the integration of enterprises in the context of the formation of value chains are presented and the most efficient modeling methods in unstable environments have been identified. The algorithm of comparative estimation of emergent properties with dual poles of results of functioning of economic system and structural organization of system of modeling of indicators of emergencies taking into account influence of integration risks is presented. The methodological bases for the modeling of indicators under the influence of investment risks based on fuzzy logic according to system safety criterion are presented, A comparative assessment framework for modeling integration risks in value chains and a framework for modeling integration risks of economic potential and strategic resilience of the socio-economic system. It is noted that the method of comparative evaluation serves as an indicator of compliance of the conclusions of the model of dynamic chaos, which has a dual attractor and depends on the phase portrait. The taxonomy of the emergent state of the economic system serves to identify the integral values of innovative reflection and is to identify new properties that characterize the influence of the external environment on changes in the whole system with varying degrees of resonance. Peculiarities of modeling of integration factors at the bifurcation point when positive and negative emergent properties arise are highlighted. The vectors of the integration process, which depend on the adaptation potential of the new structural units (institutions), should be included in the formation of the model. The key factors and indicators influencing the sensitivity of economic potential and strategic elasticity of the system of value chains of enterprises are identified.*

**Keywords:** system, modeling, emergence, emergent properties, taxonomy, integration risks.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-3

### INTRODUCTION

To study the methodological basis for modeling integration risks of the system (value chains of enterprises) in economic emergence, it is necessary to consider the theoretical basis and to define practical aspects of the risk-taking of integration processes in Ukraine, to define features of integration and methods of risk modeling in value chains in social-economic systems. Develop taxonomies of emergent states of the economic system. Present the components of enterprise integration in the context of value chain formation and identify the main modeling techniques focusing on the most efficient in a unstable environment.

### OVERVIEW OF THE RESEARCH AND GOAL FORMULATION

#### 1.1. Literary analysis

The issue of security of integration processes in value chains in socio-economic systems and ensuring their development in the domestic market has been highlighted in many professional works, among which Voynarenko M.P. [8,9,10] Hryhoruk P.N. [1,2,7, 12, 13], Gonchar O. I. [11], Grygoruk S. [7], Dzhedzhula V.V. [8,10], Yepifanova I.Y. [8,10], Kindzersky Y. V. [6], Kovalenko A.A. [9], Menchynska A. N. [9], Khrushch N.A. [9, 12, 13], and other domestic and foreign scientists. Analysis of the theoretical basis of the methodological bases for modeling integration risks of the system (value chains of enterprises) in the emergent economy and definition of practical aspects of modeling the system of prevention of integration processes in the domestic market of Ukraine.

#### 1.2. Presentation of the main material of the study.

The integration risks in economic emergence reflect the dangerous phenomena that arise at different stages of the integration process at the same time create a field of dualistic nature of emergent states. Under the influence of unpredictable integration factors at the bifurcation point there are positive and negative properties, which we call emergent. The diversity of the integration process is inevitable, and the direction depends on the characteristics of the adaptation potential of new structural units (institutions). With a low level of adaptive potential, there is a high probability of deterministic chaos of the integration association.

In examining the integration of industrial enterprises in the context of value chain formation, it is necessary to start from the quality of the management decisions of the actors in the integration process and the resources available, This is what determines whether the value chain is circular or linear. The circular

value chain is based on the achievement of environmental benefits through processing (redesign or recycling), which prolongs the useful life of goods and products. The increased effectiveness of integration cooperation comes after the creation of new structures and institutions, and affects the achievement of strategic elasticity of the integrated structure of enterprises and organizations. The components of the integration of industrial enterprises into the system are presented in Fig. 1.

Objective conditions for the establishment of integration mechanisms are the needs of the economy and the state of the sector, which are based on technological reasons and monopolistic aspirations and are aimed at reducing costs. Integration arrangements provide an opportunity to attract investment or achieve capital consolidation with a view to generating high profits. Strategic advantages for members of integrated structures are the competitive advantages that participants derive from the transfer of technology, knowledge and skills in value chains. The drivers of competitive advantages are the activation of latent manifestations of emergent properties, prompting technological development, providing resources, conquering the market, etc. With the achievement of a high level of financial safety of the enterprise and protection of stakeholder interests in the investment policy of the industrial enterprise, the efficiency of integration cooperation is enhanced to ensure strategic elasticity of the structure of industrial integration enterprises. The effectiveness of the consolidation of mechanisms for the development of industrial enterprises makes it necessary for subjects to use and realize investments in industrial enterprises to fulfill functional duties aimed at the protection of financial resources and investment capital stakeholder.

Under the investment risk management framework, a significant role should be played by systematic quantitative and qualitative analysis, which is carried out in the sequence «the nature of the risk of possible consequences of risk factors (factors)». It should take into account the sources of external and internal factors, the degree of influence of direct and indirect factors, the nature of the regulation of factors, and should be regulated, unregulated or difficult to regulate. Factors that manage risks, factors that are difficult to manage are crises, and factors that are not controlled by shocks at all. In most cases, it is shocks that trigger economies in the management of the financial mechanisms of industrial enterprises financial crises, that is, shock as a destructive force with a special nature and extremely negative consequences, can destroy the strategic resilience of the cluster structure.

The concept of development of the emergent socio-economic system is based on the theory of chaos, in which we view it as a factor of renewal and a trigger for transition to another state. In the concept of industrial development, periods of chaos in the economy are considered as effective points of bifurcation for self-organization of economic systems [5, pp. 122, 3, 4]. Emergence defines the facts of the acquisition of new properties by the system based on the effects of adaptation and stability (positive properties) and the effects of resonance (negative properties). For the purpose of activation of emergent properties in unstable environment preliminary in work [5, pp. 113, 3, 4] an algorithm for comparison of emergent properties with dual poles of results / the inverse function of a bath of an economic system of bifurcation character was developed. This scientific and practical approach to measuring the fluctuation of indicators is based on the importance of the upper sections of the average performance of the components of the reference economic system. The reference methodology is based on an average sample of the dynamic processes of the economic system (fig. 2). The taxonomy of the emergent state of the economic system, as the process of identifying and generalizing the integral values of innovation reflex, is reduced to the identification of new properties that characterize the influence of the external environment on the changes of the whole system with different degree of resonance.

For taxonomic analysis, the emergent states represent the features of the system, grouped in a table. 1. Integration risks of value chains of enterprises and organizations in the emergent economy should be considered taking into account the taxonomy of the emergent state of the system.

### **Comparative evaluation**

The modeling of integration risks in value-added chains in emergent economies for the purposes of their bias is carried out by the algorithm of comparative evaluation of emergent properties with the dual poles of the results of the functioning of the economic system. This approach makes it possible to determine the recurrence of emergent phenomena in an unstable environment.

The method of comparative evaluation is an indicator of the consistency of the conclusions of the dynamic chaos model, which has a dual attractor and depends on the phase portrait. The preconceived notions of integration risks provide an opportunity to enter the established mode of operation of the economic system.

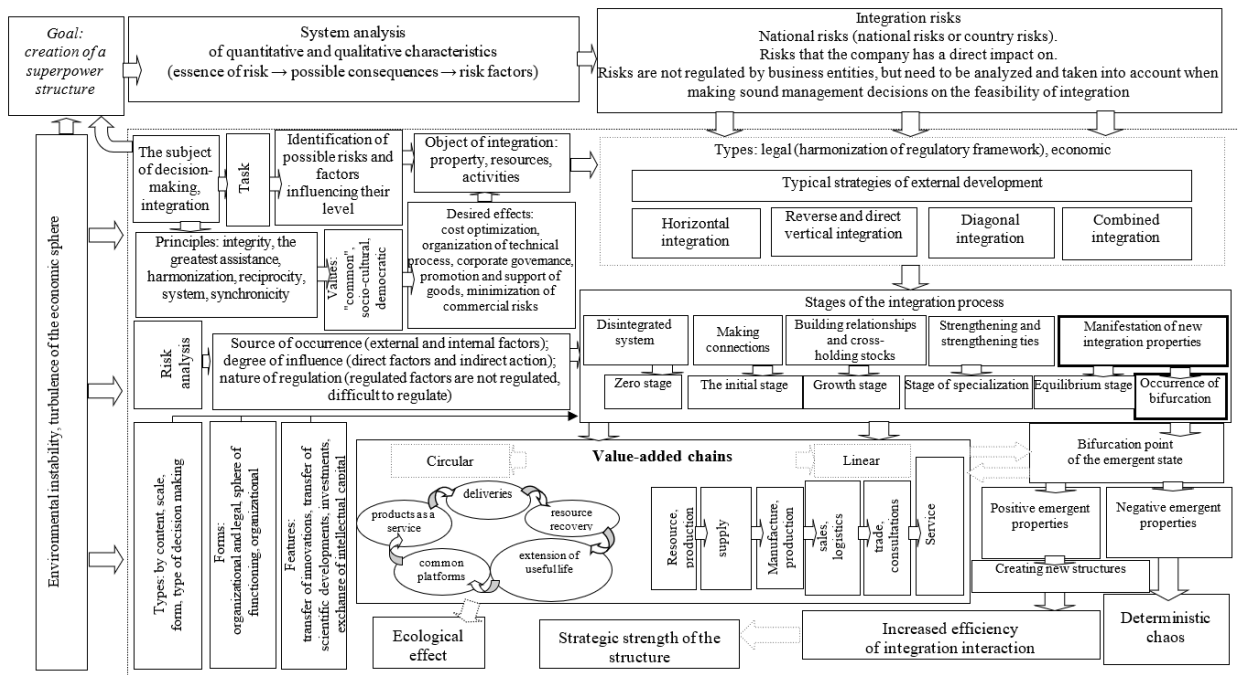


Figure 1. Components of the mechanism of integration of enterprises in the context of the formation of value chains

\* made by author

Table 1

**Taxonomy of the emergent state of the system \***

Characteristic features	Components, content
The scale of the emerging phenomena	Emergence of new properties of chaos or qualitative structural changes (structuring and transformation)
Role in ensuring reliability	Strength and stability of the system structure (organizational, financial, stability of social ties, strong interaction, stability of the biosphere, compliance and strength of environmental knowledge, etc.)
Role in security	The structure has resonance effects (multilayer, chaotic processes)
The role of influencing factors in ensuring development	Resilience, stress resistance, adaptation to the level of a certain time lag, compared with global and national trends in the functioning of the subjects of integration relations
Regularities and trends	Qualities of attraction of emergent characteristics of development / degradation of economic system or subjects of integration relations to the negative or positive pole and their recurrence (recurrence) in an unstable environment
Role in leadership	Building networks and relationships, common starting points, dominance and subordination

\*made by author.

**Theoretical principles of micro simulation modeling**

In modeling indicators under the influence of investment risks on the basis of fuzzy logic, the security criterion is the value added resulting from interaction with the external environment, which the system can dispose of at its discretion. In the absence of profit or, indeed, loss, it is not possible to speak of the interests of the system and therefore of the security of the system.

It is believed that the approach to analyzing integration risks can be significantly strengthened by combining quantitative (financial) and qualitative (indicator) indicators in analysis, not only in static but also in dynamic terms, using a vague approach.

The theory of fuzzy sets has found a fairly wide application in the study of emergent types of economics. However, in the practice of value chain enterprises, these methods are rarely used as a system. In order to prevent integration risks into the emergent economic system, fuzzy models are developed, which in turn are formed on the basis of a determination of the interrelationship and quality characteristics of the social and economic unit (fig. 3).

The task of selecting risk parameters is to analyze the primary information, to process it for quantitative and qualitative indicators; the task of forming a model structure is to define the relationships between parameters; The problem of optimization is to compare the data with the necessary or extreme results, and finally, the problem of identification is to form the context of understanding the model results,



their interpretation and identification with expert knowledge. The schematic image of the modeling system is shown in Fig. 4. The model library is the basis for the enterprise knowledge base.

Such a system of themes involves the modeling of an integral measure of emancipation, taking into account the influence of integration risks on the chain and the formation of variation patterns and recommendations for change of activities, the introduction of negative projection measures and the like.

Since the distribution of the shock by enterprises in strategic clusters or clusters may vary, Therefore, in order to determine the potential for a shock, it is advisable to identify differences in the economic potential of each enterprise, that is to say, the presence of resonant (amplification and impulses) or non-resonant (mildness and impulses) of factors. By systematizing the information, groups of factors influencing the economic potential of the value chain are identified:

1) the level of competitiveness of economic potential, which increases with increasing dynamic chaos, and with increasing level structures and strengthens the system, dominates and suppresses the effects of shocks;

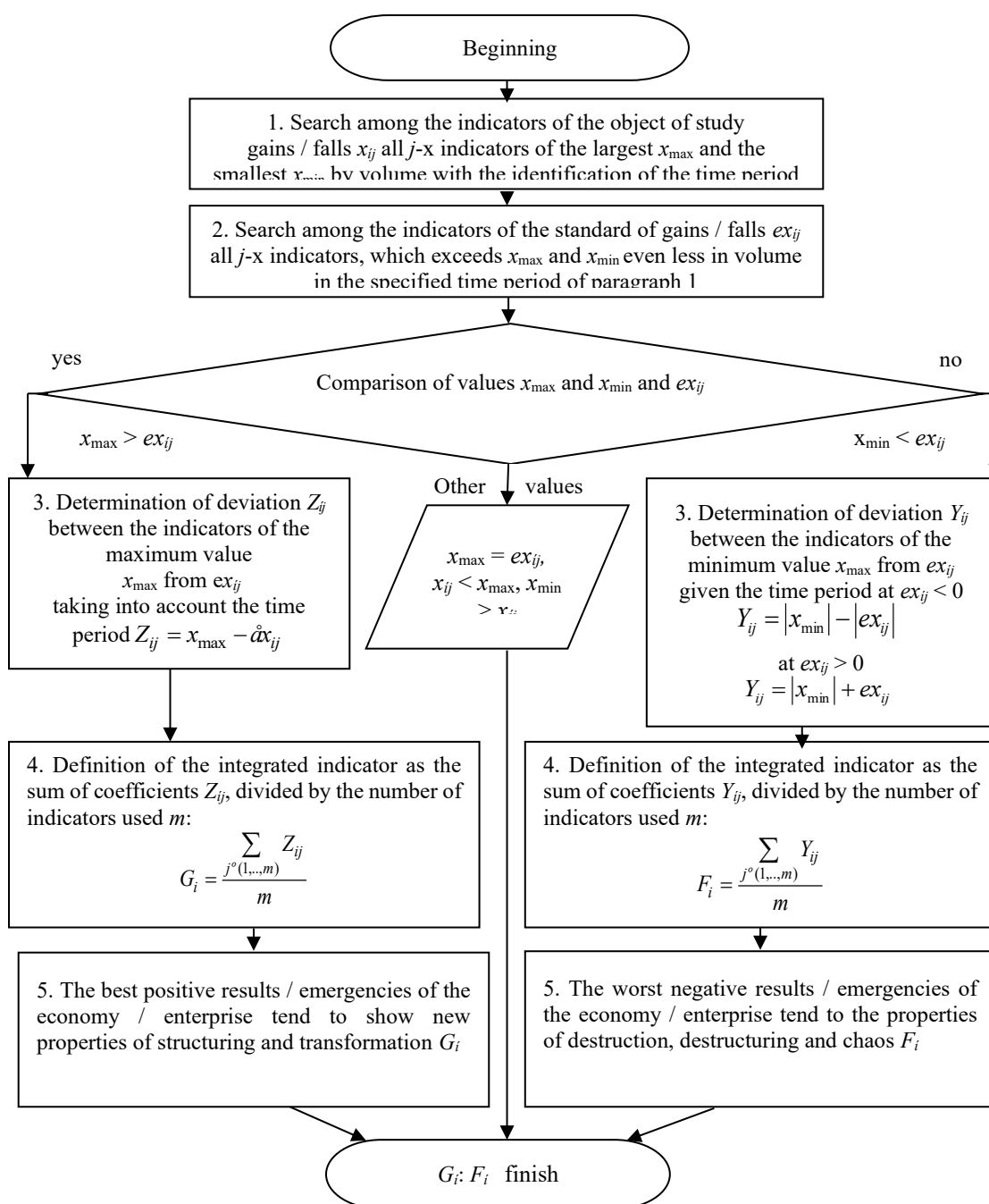


Figure 2. Algorithm for comparison of emergent properties with duals of the results of the economic system.

\*made by author.

- 2) the degree of diversification of the production structure of associations or clusters;
- 3) the degree of openness and scale of penetration of external changes;
- 4) activity of investment relations of enterprises;
- 5) geographical location of territorial areas in the economic space;
- 6) the starting level of economic development of the industrial enterprise and the growth rate of production;
- 7) living standards and purchasing power.

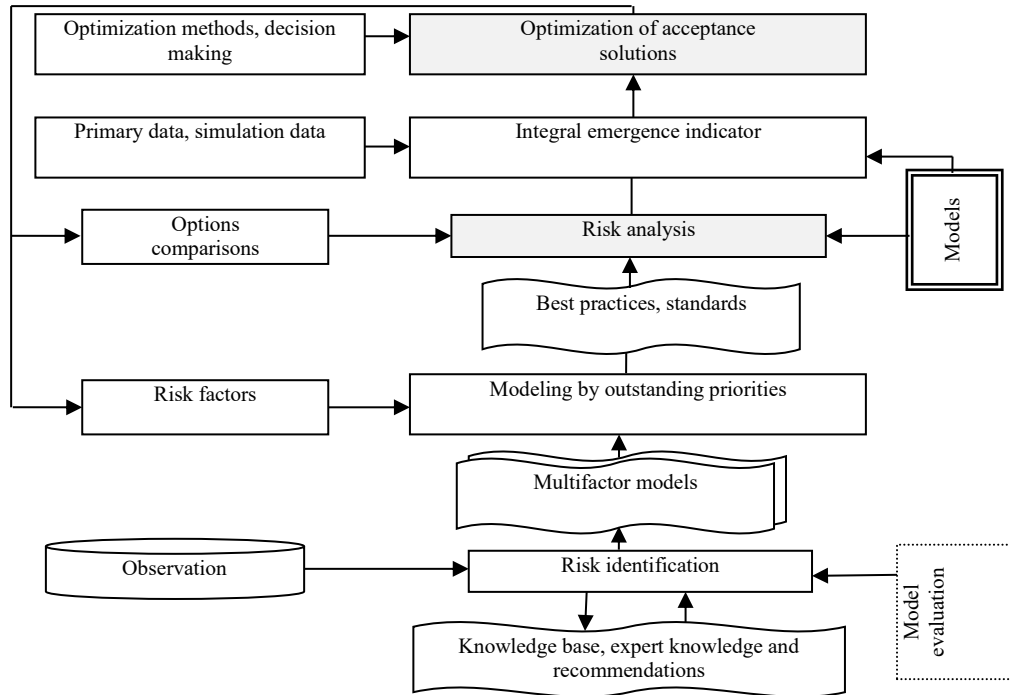


Fig. 3. Relationship between risk identification, analysis and optimization in the emergent socio-economic system \*  
\*made by author.

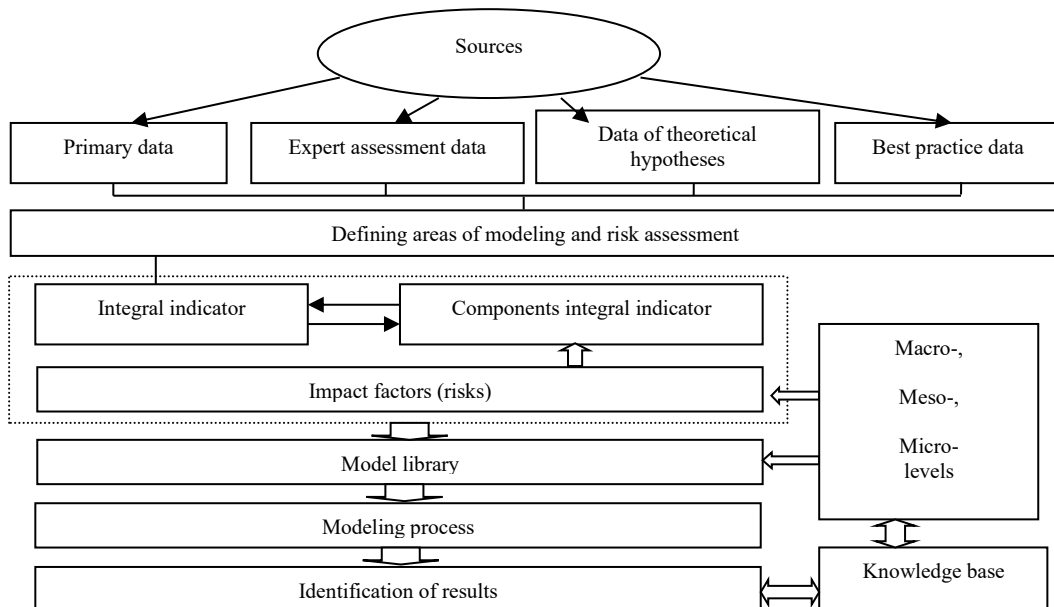


Fig. 4. Structural organization of the Emergence Metrics Modeling System for the Impact of Integration Risks \*  
\*Made by author.

The high-profile factors and their concentration influence the vulnerability of the economic potential, as well as the short-term variation of individual parameters (employment, price level, output level). In the long run, a shift in the direction of economic development away from patterns and trends has historically taken place. Taking into account the theories of economic thinking, the work systematizes the

factors of the impact of the shock and its estimation, which influences the economic potential and strategic resilience of industrial enterprises.

### Framework for modeling integration risks of economic potential and strategic resilience of the system.

Of course, not all factors can be taken into account in analyzing the sensitivity of economic potential and the strategic resilience of the structure of value chains of enterprises to external institutional and financial shocks. The following is the analysis of factors (Tab. 2) which are the main channels of penetration of shock calls. The salient factors and the theoretical content of their influence on the economic potential and the strategic elasticity of the value-added chain system of enterprises are systematized in terms of the investment channels for the communication of cash flows.

Table 2

### Factors and indicators affecting the sensitivities of economic potential and strategic resilience of value chains of enterprises \*

Factors	Indicators / calculation mechanism	Influence
<b>Value chain chains</b>		
a) competitiveness and diversification of the chain structure	<p>The volume of production per employee (thousand UAH / person) and the increase in the indicator, %</p> $\Delta Q_{1np} = \frac{Q_k - Q_{\Pi}}{Q_k - Q_{\Pi}} \cdot 100\%,$ <p><math>Q_{k,\Pi}</math> - number of employees at the end and beginning of the year, persons</p> <p>Chain diversification coefficient <math>K_d = \frac{\sum(K_i^{part} - \bar{K})^2}{n}</math>,  <math>K_i^{part}</math> - structural coefficient of the company's share in the value chain,  <math>\bar{K}</math> - the average value of the coefficients of participation in the chain, n- the number of enterprises in the chain.</p>	<p>The high level of development of the economic potential of the industrial enterprise is accompanied by high incomes of the employees, resources of the enterprise for carrying out the socio-economic policy, which inhibit the decline of consumer demand and amortize the decline of output.</p> <p>The greater the diversification, the greater the number of products involved in the production and trade turnover of enterprises, the shock at an individual enterprise compensated by the development of another segment of the value chain, and the flexible redistribution of resources. A diversified value chain is characterized by mobility, but where mono-specialization makes rapid adaptation difficult or impossible.</p>
b) the degree of openness of enterprises in associations and clusters	<p>Coefficient of initial specialization, <math>K_{B.спец}</math>, %</p> $K_{B.спец} = \frac{Q_B}{\sum Q} \cdot 100\%,$ <p>where <math>Q_B</math> - Output of resources, products, thousands  Ratio of resource or product outflows and receipts <math>K_{B/H} = \frac{Q_B}{Q_H}</math>,  <math>Q_H</math> - receipt of resources, products, thousand UAH</p>	<p>The response to the shock is determined by the degree of involvement and openness in the value chain from one enterprise to another in the chain and the share of revenues in domestic consumption.</p> <p>A high level of involvement in production and trade influences the enterprise, to a greater extent, if the orientation of economic development and the direction of the shock (from the point of exit / entry) coincide will not affect the chain of production or trade.</p>
<b>Investment communication channel</b>		
Activity of investment relations	<p>Amount of investment (capital) of the enterprise in the total amount of consolidated capital, %</p> $d = \frac{i_{нид}}{\sum i_{chain}} \cdot 100\%,$ <p>where <math>i_{нид}</math> - investments of the enterprise, thousand UAH  <math>\sum i_{chain}</math> - value chain investments, UAH thousand  Investment growth rate, <math>T_{np,i}</math>, %</p> $T_{np,i} = \frac{i_n}{i_{n-1}} \cdot 100\%,$ <p>where <math>i_{n-1}</math> - investments of the i-th period, thousand UAH  Investment potential and investment risk</p> $R_{i\text{hop}} = \frac{R_i}{R_{i\text{median}}},$ <p>where <math>R_{i\text{median}}</math> - the average chain value of investment risk for the period.</p>	<p>The strength of the localized investments of each participating enterprise, the high investment potential of the value chain and the low risk are positive factors in sustaining development.</p> <p>If the external shock is related to the investment component, it immediately affects the economic capacity of the enterprise, the investment demand, the depth of the impact depends on the scale of the investment and the localization of enterprises (priority, dominant or other economic activities).</p>

\*Made by author.

These indicators show the different economic conditions in which shocks or impulses are transmitted and make it possible to identify specific characteristics of enterprises in clusters, clusters or value chains. At the same time, the analysis of changes in the indicators over time allows to expand the

understanding of the influence of external institutional shock, a certain reaction of a group of enterprises, the processes of «restructuring» and the transformations of internal parameters as a result of the shock.

So, given the diversity of scientific and methodological approaches to assessing integration risks, financial security and the impact of shocks on the parameters of clusters, clusters or value chains, their main limitation is a low level of adaptation to the trend, established during the development of unification, which reduces the reliability of economic and mathematical models and strategizing processes. Taking into account this limitation, the proposed approach makes it possible to determine the changes in the parameters of the «capacity» of the circuits and the investment channels of the shock pulse propagation on the economic potential and strategic elasticity of the structure of the associations, clusters or value chains of enterprises.

## CONCLUSIONS

Thus, the modeling of integration risks by value chains in economic emergence is aimed at identifying hazards that arise at different stages of the integration process, and at the second stage is oriented towards the performance of the system as a result of the integration. The features of the simulation are to account for the influence of unpredictable integration factors at the bifurcation point when positive and negative emergent properties occur. The formation of the model should lay down the vectors of the integration process, depending on the adaptive capacity of the new structural units (institutions). Examining the integration of industrial enterprises in the context of value chain formation, the focus remains on value added and efficiency of integration, which comes after the creation of new structures and institutions, influences the achievement of strategic elasticity of the integrated structure of enterprises and organizations.

## REFERENCES

1. Hryhoruk P. M., Khrushch N. A. Intehralne otsiniuvannya rivnia ta dynamiky innovatsiinoho potentsialu rehionu. *Marketynh i menedzhment innovatsii*. 2016. № 3. S. 109-129. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi\\_2016\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2016_3_11)
2. Hryhoruk P. M., Khrushch N. A. Metodolohichni zasady modeliuвання systemy zabezpechennia finansovo-ekonomichnoi bezpeky v umovakh nevyznachenosti i bahatomirnosti rynkovoho seredovyshcha. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnogo universytetu*. Ser. : Ekonomika. 2017. V. 1. S. 198-204. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue\\_2017\\_1\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue_2017_1_35)
3. Hurochkina V. V. Mekhanizmy rozvytku promyslovykh pidpriemstv v emerzhentnii ekonomitsi : monohrafiia / V. V. Hurochkina. Khmelnytskyi : KhNU, 2020. 336 s.
4. Hurochkina V. V., Menchynska O. M. Osoblyvosti formuvannya ta funktsionuvannya intehrovanykh struktur v hlobalnykh lantsiuhakh stvorennia vartosti. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. Ekonomichni nauky. 2020. № 3. S. 248-257 DOI: 10.31891/2307-5740-2020-282-3-43 URL: [http://ir.nusta.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6096/1/6288\\_IR.pdf](http://ir.nusta.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6096/1/6288_IR.pdf)
5. Hurochkina V.V. Finansovi ta intehratsiini mekhanizmy rozvytku promyslovykh pidpriemstv v emerzhentnii ekonomitsi : dys. ... d-ra ekon. nauk : 08.00.04 / V.V. Hurochkina. – Khmelnytskyi., 2020. – 570 s.
6. *Pidpriemnytstvo v epokhu hlobalnykh transformatsii: vyklyky ta perspektyvy rozvytku* : monohrafiia / [P. V. Pashko, L. L. Lazebnyk, Yu. V. Kindzerskyi ta in.]; za red. P. V. Pashka ta L. L. Lazebnyk ; Universytet derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy. Irpin : vyd.-polihraf. tsentr Universytetu DFS Ukrainy, 2019. 476 s. (Seriiia «Podatkova ta mytna sprava v Ukraini», t. 133).
7. Hryhoruk P. M., Khrushch N. A., Grygoruk S. S. An approach to construct fuzzy preference relationships for managerial decision making. *Scientific bulletin of Polissya*. 2017. Vol. 4 (12), no. 2. Pp. 92-99. Doi: 10.25140/2410-9576-2017-2-4(12)-92-99
8. Voynarenko M, Dzhezdzhula V., Yepifanova I. Modeling of the process of personnel motivation for innovation activity *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 17, 2020, rr. 467-477
9. Voynarenko M., Lazebnyk L., Hurochkina V., Kovalenko O. and Menchynska O., Modeling Emergence Properties of Economic System. 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Deggendorf, Germany, 2020, pp. 607-612, DOI: 10.1109/ACIT49673.2020.9208954. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219594843>
10. Voynarenko M., Dzhezdzhula V., Yepifanova, I. Modelling the process of making decisions on sources of financing of innovation activity. *Economic Annals-XXI*, 160(7-8), 2016, rr. 126-129.
11. Gonchar O. I. Anagement potential of the company with regard flock business life. *Naukovyi visnyk Polissia*. 2016. №3 (7). C. 190-196
12. Hryhoruk P. M. Khrushch N. A. Metodolohichni zasady modeliuвання systemy zabezpechennia finansovo-ekonomichnoi bezpeky v umovakh nevyznachenosti i bahatomirnosti rynkovoho seredovyshcha. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnogo universytetu*. Seriiia: Ekonomika : zb. nauk. pr. Mukachevo, 2017. Vyp. 1. S. 198-204.
13. Hryhoruk P., Khrushch N., Grygoruk S. Assessment model of regions economy in the context of their sustainable development. *E3S Web of Conferences*. 2020. No 166. paper number 13023.: URL <https://cutt.ly/Igs9Ii1>. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613023>
14. Hryhoruk P. Khrushch N. Simulation of financial decision-making process in system of insuring sustainable development. *Sustainable Development: Social and Economic Changes* : Monograph / Ed. by dr Wojciech Duczmal, dr Tadeusz Pokusa, dr Larysa Stepanenko ; The Academy of Management and Administration in Opole. Opole : Publishing House WSZiA, 2016. P. 231-236.

---

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРАЦІЙНИХ РИЗИКІВ СИСТЕМИ В ЕМЕРДЖЕНТНІЙ ЕКОНОМІЦІ

ВІКТОРІЯ ГУРОЧКІНА

Університет державної фіскальної служби України

*У статті розглянуто методологічні засади моделювання інтеграційних ризиків соціально-економічної системи, а саме об'єднання підприємств та організацій у ланцюги створення доданої вартості в умовах емерджентної економіки. Представлено теоретичну базу та визначено практичні аспекти щодо ризикології інтеграційних процесів, виявлено особливості інтеграції та методи моделювання ризиків у ланцюгах створення доданої вартості в соціально-економічних системах. Систематизовано таксономічний огляд емерджентного стану соціально-економічної системи. Представлено складові механізми інтеграції підприємств в контексті формування ланцюгів створення доданої вартості та визначено найбільш дієві методи моделювання у нестабільному середовищі. Наведено методологічні засади моделювання показників за умов впливу інвестиційних ризиків на основі нечіткої логіки за критерієм безпеки системи, засади порівняльного оцінювання при моделюванні інтеграційних ризиків у ланцюгах доданої вартості та засади моделювання інтеграційних ризиків економічного потенціалу та стратегічної пружності соціально-економічної системи.*

*Ключові слова: система, моделювання, емерджентність, емерджентні властивості, таксономія, інтеграційні ризики.*

## MARKETING DOMINANT IN MODELS OF ENTREPRENEURIAL STRUCTURES INNOVATIVE POTENTIAL DEVELOPMENT FOR COMPETITIVE BUSINESS STRATEGY REALIZATION

VALENTYNA STADNYK <sup>1</sup>, GALINA KRASOVSKA <sup>2</sup>, YULIIA HOLOVCHUK <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khmelnytskyi National University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2095-3517>

e-mail: stadnyk\_v\_v@ukr.net

<sup>2</sup> Khmelnytskyi National University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2589-5376>

e-mail: sokoliukg@gmail.com

<sup>3</sup> Vinnytsia Institute of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4516-109X>

e-mail: y.holovchuk@vtei.edu.ua

*The economic entities competitiveness is determined by their ability to create consumer values. Consumer markets dynamic requires mobility in the competitive strategic choice that means it requires those innovative potential components predominant development that provide enterprises with such mobility. The paper aims to form theoretical bases of business structures innovative potential development to improve their dynamic characteristics and increase the ability to implement competitive business strategies. Innovations theory, competitive advantages resource theory, concepts of strategic management, network structures and marketing relationship have been chosen as the research theoretical basis. Based on the machine-building products dynamic and export structure analysis and the Ukraine industrial enterprises innovative activity results, the assumption that their innovative potential do not correspond to the competitive strategies objectives has been suggested. It has been substantiated that the innovative potential development management should be considered in terms of improving the enterprises adaptive and proactive flexibility and that is provided by the marketing function. Based on the above the model of enterprise competitive business strategy selection considering the possibility of building up innovative capacities through the strategic partnerships development has been designed. The motivational environment impact on the partnerships value has been formalized and the task of marketing relationship in this process have been identified. The research results can be useful for the dynamic characteristics and economic systems competitiveness development.*

**Keywords:** industry, machine-building, adaptive flexibility, proactive flexibility, innovation strategy, motivational environment, marketing relationship

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-4

### INTRODUCTION

In today's economic environment, the sustainable growth and socio-economic systems development are possible only due to their ability to accumulate new knowledge and transform it into new products (services) that have consumer value. This ability is especially necessary in the context of the global economic crisis, which is beginning now. The COVID-19 pandemic has become a trigger for this crisis, whose rapid deployment casts doubts on the globalization benefits and resuming discussions about its scale feasibility. And not only in the millions of people life-saving light, but also in the many businesses types inevitable economic losses context, this can disrupt the national economies established structures and threaten their economic security. This crisis pandemic nature has worsened consumer demand in many market segments. In addition, the quarantine restrictions that are taken by the most countries governments for slowing the COVID-19 proliferation pace have led to the numerous logistics chains disruption and this greatly complicated many business processes.

As a result, a significant decrease in industrial production is expected (depending on industry specialization). This will lead to the major job losses – especially on machine-building enterprises that manufacture products for production systems reproduction of other industries economic entities. Under crisis circumstances, such reproduction is usually complicated – both due to investment resources lack and because of consumer markets future state uncertainty. The global financial and economic crisis effects confirmed this in 2008-2009 – the largest decline was in machine-building industry. In Ukraine in 2009 it reached more than 45% of the previous year; in industry the total decrease was about 22% [1].

However, the sophisticated technical products development is an important component of maintaining the economic security proper level and national economies viability. After all, the technologically complicated production systems number reducing in the country causes the highly skilled work skills loss and does not create motivational preferences for intellectual work in the engineering and design fields. This adversely affects the whole country human development quality and pace. As a result, businesses are increasingly unable to produce high value-added products and are focused mainly on natural resources intensive and predatory use, this forms the country's export structure.

The presence of such disparities in the modern Ukraine's economy is extremely urgent to overcome them for enhancing the country's ability to withstand the threats of global challenges and maintain an economic security proper level. One way to solve it can be national economy machine-building sector development positive dynamic restoration. But most machine-building enterprises production systems current state requires their significant technical and technological updating, as well as organizational changes: in the business processes structure, in the management functions relations, in the personnel qualification structure, etc. These tasks innovative nature and their interconnectedness requires due attention to the enterprises innovative potential development.

The paper aims to form theoretical bases of business structures innovative potential development to improve their dynamic characteristics and increase the ability to implement competitive business strategies.

### THEORETICAL BASIS

Market competition needs innovations, so each business entity must create its own mechanisms and organizational structures to transform new knowledge into competitive advantages. This approach axiomatic nature to ensuring the market participants viability is confirmed by the practice of developed countries management and the innovative factors dominance in the productivity factors set is seen in modern economic growth concepts. Their implementation management aspects are best reflected in the works of B. Wernerfelt (Resource-Based View of the Firm, 1984) [2], D. Teece, G. Pisano, & F. Shuen (Dynamic capabilities and strategic management, 1995) [3], A. Slywotzky (Value Migration: How to Think Several Moves Ahead of the Competition, 1995) [4], A. Brandenburger & B. Nalebuff (Co-opetition, 1996) [5], G. Hamel & C. Prahalad (Competing for the Future, 1997) [6], W. Chan & R. Mauborgne (Blue Ocean Strategy, 2004) [7], J. Moore (Business ecosystems, 2006) [8].

These and other scientific works conceptually outline different methodological approaches to the market participants (enterprises) competitive advantages formation. However, the main sources of competitive advantage remain innovations only the approaches to the conditions creating for their implementation by business entities change.

Let's leave out of this work the institutional factors that shape the economic entities motivational preferences. In different countries, they have their key characteristics that determine both the economic development overall dynamic and the individual market players' dynamic abilities (G. Hodgson) [9]. Some aspects of the institutional environment impact on the Ukraine's economy competitiveness and development we have investigated in the previous work [10]. However, the research concerned the improvement of the institutional environment at the macro level – above all through reasonable preferences in the field of taxation and lending for production systems technological renewal, as well as through the collective action institutions development (regional innovation infrastructure).

However, the motivational environment formed by institutions that operate outside the direct influence of the economic entities management, forms only their economic behavior vectors. Internal organizational and economic circumstances are needed to obtain concrete results. For innovations, such conditions are provided by the innovative potential development.

For the first time, the term "innovative potential" was introduced by C. Freeman [11], he interpreted it as a factor that ensures the growth of the economic system through innovations. He applied it in the context of the national innovations system characteristics, which is integration result of structures' heterogeneous goals and objectives engaged in the scientific knowledge and technologies production and commercial realization within national borders. Today, scientific research on the economic systems innovative potential management is conducted at the micro level, with emphasis on the innovations creation and practical applicability in particular business. Among the most interesting modern researches in the field of innovations are the works of S. Anthony, M. Eyring & L. Gibson [12], J. Tidd, J. Bessant & K. Pavitt [13].

Such studies have become especially widespread in the post-Soviet space – given the actual removal of the state from the function of scientific activity managing and its transfer to commercial rails. Now the problem investigation for enterprises innovative potential development is conducted by many scientists. Despite the considerable scientific achievements in this field, discussions continue regarding its structure, elemental composition, development conditions, realization degree, optimization modeling possibilities and some other aspects, including those that reflect the economic entities industry specificity.

Most often, researchers base the foundation for structuring on the individual components functional purpose (B. Annayev [14]); (I. Sydoruk [15]); (V. Gurochkina [16]) or by linking them to an enterprise resource base (T. Zubko and V. Andreeva [17]). However, in the studies of these and many other

scientists, the enterprise's innovative potential task creation is limited by an abstract objective function, which is described as «the ability to create and commercialize new products (services)».

In the innovative potential development managing tasks context, many scientists propose to focus on the evaluating its condition procedure, using for this purpose the quantitative and qualitative methods to evaluate the individual components use effectiveness or their integral evaluation. For example, this approach is followed by I.Sydorchuk [15], Sh.Valitov & A.Khakimov [18]. Their recommendations differ in the degree of innovative potential components details and indicators for their evaluation, as well as the purpose.

In particular, I.Rodionova [19] set out to develop recommendations for enhancing the light industry enterprises innovative potential; B.Annayev [14], Sh.Valitov & A.Khakimov [18], M.Chorna, G.Nord, L.Bezghinova, I.Melushova & A.Diadin [20] – in the context of mechanism for managing the innovative potential development, without taking into account industry specifics. However, the calculations of these and other scientists usually do not contain the criteria of compliance with the indicators to a certain innovative potential condition and do not take into account the specific competitive strategies for the enterprise in its activity industry specifics context. In our opinion, it is necessary to differentiate the innovative potential structural elements by their role in ensuring the innovative process effectiveness, taking into account the activity specifics in the target markets. Then, depending on the individual components importance in maximizing consumer value for the target consumer groups, it will be possible to develop a program for the enterprise intellectual potential development.

One of the optimization modeling option of the enterprise innovative potential structure according to this approach was made by O.Zamazii, V.Stadnyk, G.Sokoliuk & N.Prylepa [21]. However, the research was conducted only in the particular products context. But machine-building enterprises usually produce products wide range the design and commercialization of which differ in many aspects. And it takes great efforts to form the innovative potential technological component for adding the latest flexible and resource-saving technologies to the innovative process. At the same time, the technically complex innovations commercialization has its own specificity. This is emphasized in research of M.Treacy & F.Wiersema [22], V.Khachatrian [23], I.Tatomyr [24]. It can also take the in-company training form to acquire employees new competencies in the marketing and communications research field and the entrepreneurship development [25].

The marketing function is gaining the most weight in the product development strategies for new markets context – especially when entering other countries markets. This is emphasized in research of M.Bianchi, A. Benedetto, S.Franzo & F.Frattini [26]. For the Ukrainian machine- building enterprises, this task is extremely important – since in the developed countries markets there is still a lack of confidence in the Ukrainian machine-builders products quality characteristics, which reduces its competitiveness. Overcoming this distrust is possible through the joint efforts of product developers and those who determine its value to target consumer groups, taking into account new markets standards and requirements. To the development of such functions in the machine-building enterprises innovative potential structure should be given the highest attention.

In general, with the existing differences in the scientists views regarding the use of certain scientific-methodological or even methodological approaches for managing the innovative potential development, the researchers' positions coincide in one – the innovative potential is the enterprise management purposeful efforts result to attract and accumulate the resources that form the employees ability to perform new tasks and create new products (services) that have consumer value.

In its structure, the innovative potential must be an elements set (based on the enterprise industry specific nature) and the links between them, which will provide the enterprise with flexibility and ability to respond quickly to dynamic market changes. At the same time, modern production of technically complex products is characterized by industrial specialization high level, which means that there is a significant resource and technological dependence of the participants in the value chain. Therefore, in order to formulate and implement competitive strategies in machine-building sphere, it is advisable to increase the technological chains innovative potential, not of individual enterprises, but of all participants in organizationally affiliated relationships.

This is emphasized in research of P.Hrihoruk & N.Khrushch [27], R.Taddeo, A.Simboli, G.Ioppolo, & A.Morgante [28]. In our view, achievement for such flexibility is the innovative potential characteristic key, according to which the level should be assessed and the tasks of its managing development determined. Flexibility should be proactive and maximally effective, ensuring the innovations creation and implementation within a timeframe sufficient to shape and sustain the enterprise competitive advantage in the management selected strategic area. In order to do this, innovative changes



should be coordinated in all value chain parts that requires adequate partnerships for formulating business strategies that are agreed upon on the key parameters of products competitiveness.

However, the network interaction practice widespread, in most economic activity areas, indicates that partnership is increasingly recognized as a successful alternative to market competition for business entities (N. Roig-Tierno, D. Ribeiro-Soriano & F. Mas-Verdú [29]); (M. Dodgson [30]). Such partnership organizational development is carried out on the competence and resource complementarity principles for maximizing the objective function (V. Stadnyk, P. Izhevskiy, O. Zamazii, A. Goncharuk & O. Melnichuk [10]). Through the partnerships development, it is possible to enhance mutually the innovative potential of all participants in the partnership, expanding the competitive business strategies choice ability.

And this brings the problem for innovative potential development of the enterprise beyond its limits and can be considered in the strategic goals context on larger-scale socio-economic systems. The importance and relevance of these issues to ensure the national economy sustainable development in the global economic crisis context has determined the purpose of this study.

### STUDY RESULTS

For the machine-building industry in Ukraine, the competitiveness problem is exacerbated every year. And there is an objective explanation – the military-political and economic confrontation between Ukraine and the Russian Federation has caused the loss of machine-building on old-line markets. At the same time, such economic dynamics prolonged deterioration in the machine-building industry in Ukraine is caused by the fact that in the other countries markets these products for the most part are not competitive enough.

International competitiveness is reflected not so much by the potential for the high-tech products unique models creation (for example, in the aircraft industry) as by its export volumes. Unfortunately, since 2012, the export of machine-building products in Ukraine has a negative trend, as indicated by the statistical data for 2011-2020 in Table 1 (State Statistics Service of Ukraine [31]).

Table 1

#### Ukraine machine-building products main export indicators dynamics \*

Product groups	Indicators value by years									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Machine-building products export, billion USD										
Total,	11,70	12,94	10,38	7,36	4,78	4,35	5,05	5,47	5,52	5,41
of them**:										
- 1 product group	6,63	6,87	6,82	5,66	3,94	3,64	4,27	4,65	4,46	4,49
- 2 product group	4,79	5,78	3,27	1,47	0,68	0,56	0,63	0,67	0,88	0,76
2a	0,32	0,92	0,31	0,25	0,19	0,08	0,03	0,06	0,07	0,08
- 3 product group	0,28	0,29	0,29	0,23	0,16	0,15	0,15	0,15	0,18	0,16
Machine-building products export structure by product groups, %										
Total,	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
of them**:										
- 1 product group	56,67	53,09	65,70	76,90	82,43	83,68	84,55	85,01	80,80	82,99
- 2 product group	40,94	44,67	31,50	19,97	14,23	12,87	12,48	12,25	15,94	14,05
2a	2,74	7,11	2,99	3,40	3,97	1,84	0,59	1,09	1,27	1,48
- 3 product group	2,39	2,24	2,79	3,13	3,35	3,45	2,97	2,74	3,26	2,96
Change in export by product groups compared to the previous year, %										
Total,	-	110,60	80,22	70,91	64,95	91,00	116,09	108,32	100,91	98,01
of them**:										
- 1 product group	-	103,62	99,27	82,99	69,61	92,39	112,6	108,8	95,9	100,67
- 2 product group	-	120,67	56,57	44,95	46,26	82,35	36,8	106,9	131,8	86,36
- 3 product group	-	103,57	100,00	79,31	69,57	93,75	104,0	98,0	122,0	88,89

\* 2014-2020 – without taking into account the temporarily occupied territories of the Autonomous Republic of Crimea, Sevastopol and parts of Donetsk and Luhansk regions

\*\* Notation keys

1 product group – machines, equipment and mechanisms; electrical equipment

2 product group – surface, aircraft and floating transport assets; 2a – including aircraft

3 product group – optical instruments and apparatus, photographic

In addition, our calculations of the machine-building export structure by product groups types show that high-tech equipment (aircraft, devices and apparatus) is very small proportion and its dynamic extremely poor. Thus, in 2013, \$ 310.0 million worth of goods were exported from the aircraft group. In 2017, this amount decreased by an order of magnitude – to \$ 29.03 million USA. In the next three years, exports under this item doubled, but made up only 1.48 % of Ukraine's total exports. Considering that

Ukraine is able to produce products at the best world models level in aviation industry, the export results could be much better. This indicates insufficient efforts by product manufacturers to promote it in the global market.

However, there are also problems in the creating new and competitive designs field in Ukraine. This is indicated by the data on the innovations brought to the market (table 2 [32]. Among them, the new equipment fraction ranges about 20-35%. And the smallest of them (as well as the number of new samples) were relatively prosperous in 2012-2013. The new technological processes number introduced into industrial production in those years was quite a bit too.

Table 2

**Dynamics of the industrial enterprises innovation activity results in Ukraine\***

Compiled based on the data from SSSU (2021)

Indicators	Indicators by years								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
New technological processes were introduced, units	2510	2188	1576	1743	1217	3489	1831	2002	2318
Introduced new types of products, titles	3238	3403	3138	3661	3136	4139	2387	3843	2148
Equipment new types among these	809	769	657	1314	966	1305	751	920	760
The new technology samples share in the product innovations total number	25,8	19,3	20,8	35,9	30,8	31,5	31,5	23,9	35,4

\* 2014-2018 – without taking into account the temporarily occupied territories of the Autonomous Republic of Crimea, Sevastopol and parts of Donetsk and Luhansk regions

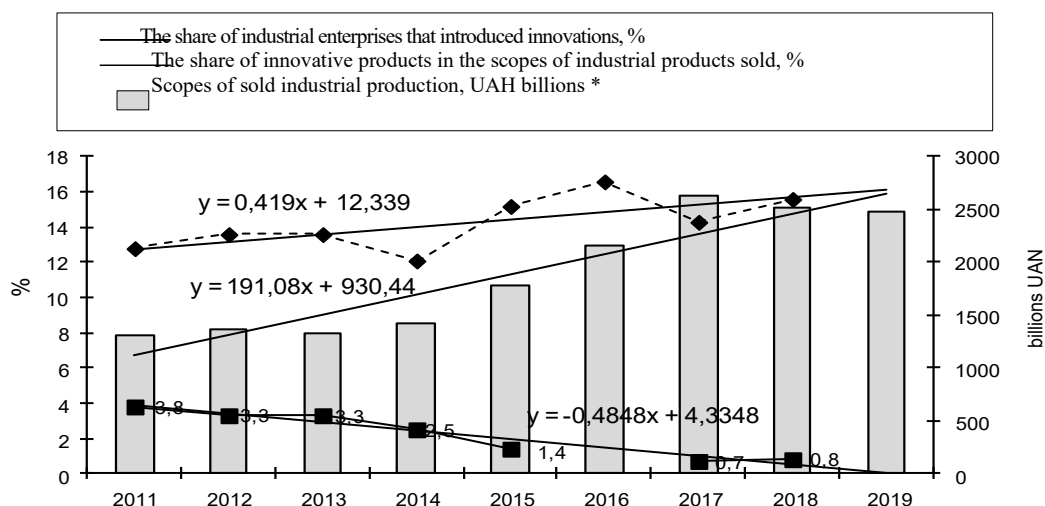
The most productive in terms of innovation performance in the Ukrainian industry was 2016. That year almost three times more than the previous year new technological processes were introduced and almost 40 % more against the previous year new technology models were introduced. It can be assumed that a strong impetus for the innovative activity growth in Ukrainian industrial enterprises was the urgent need to change markets – after the old ones loss. And this has yielded positive results, embodied in product and process innovations.

However, the ultimate goal of an enterprise's innovative activity is not so much the new products or technologies number brought to the market (if the innovations were, their scale or efficiency irrespective, the enterprise refers to the innovative-active ones), as the economic results that the enterprise will receive from it. The greater the innovations consumer value and the greater their market potential, the more they affect the overall economic dynamics. It is reasonable to assume that the total sales volume of industrial enterprises due to their innovative activity should increase.

Relevant statistics have been used to determine the existence/absence of such linkage in the national industrial sector. Figure 1, which is based on data [32], correlates Ukraine industrial enterprises innovative activity with the results in the dynamics of recent years. As can be seen from Figure 1, this connection is to some extent confirmed by the next: after the burst of enterprises innovative activity in 2016 (16.6 % of enterprises engaged in innovation) in the next year, the industrial products sales volume increased for 20 %. However, a broader retrospect shows that for many years the innovative activity growth does not contribute to the increase in the share of innovative products. On the contrary, in the total volume of products sales by industrial enterprises, this fraction is steadily decreasing – from 3.8 % in 2011 to 0.8 % in 2018. Moreover, in 2017 (by the largest industrial products sales volume) this fraction was even lower – only 0.7 %. This may indicate that the enterprises innovative activity efficiency is not sufficiently high. And also about that there is no correlation between the goals of the enterprises and the structure of their innovative potential. After all, the opportunities laid down in the latter have to be realized in order to accomplish the tasks for which these opportunities were formed.

For machine-building enterprises such task is the flexibility necessary level achievement in responding to the scientific and technological progress trends that affect consumer demand. First, it translates into their ability to create competitive and marketable products. At the same time, it is important to ensure a proper return on the implementation of innovation – sufficient to enable management to prioritize innovative factors when choosing a competitive strategy, thereby generating appropriate innovative potential.

It is the innovative potential that determines the enterprise dynamic characteristics – its adaptive and proactive flexibility in the field of creating consumer values and their commercialization. In our view, adaptive flexibility is provided by the resource-functional component of innovative activity, and proactive is provided by motivational one.

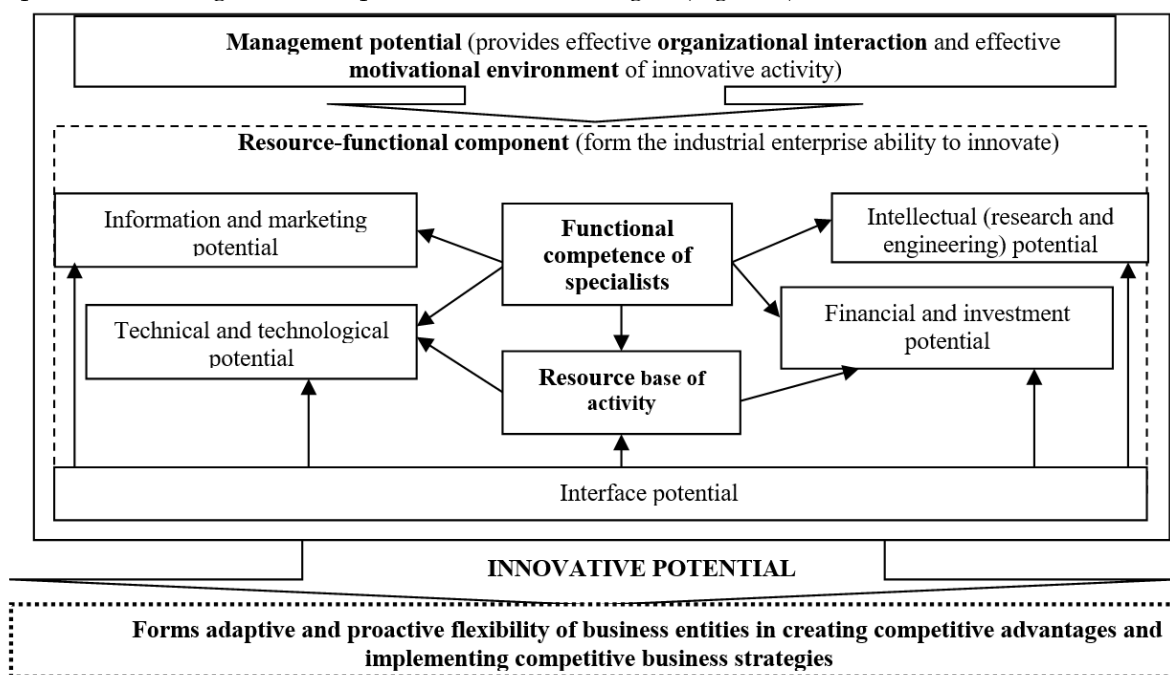


**Figure 1. Comparative dynamics of innovative activity of Ukraine industrial enterprises and its results**  
Source: Calculated and built based on the data from SSSU (2020)

In the context of this statement, it is advisable to consider the enterprise innovative potential (as well as the larger socio-economic systems) in the light of two interrelated components:

- resource-functional* – in the form of a resources set that are functionally necessary and sufficient to carry out a successful innovative process in line with the chosen strategy of activity;
- motivational* – in the form of mutually beneficial for the participants organizational and economic cooperation conditions, that create a motivational (and therefore competent) environment for effective innovative activity.

These components interaction provides the adaptive and proactive flexibility of economic entities and their innovative activity, which is embodied in product or process innovations that underpin the competitive advantages and competitive business strategies (Figure 2).



**Figure 2. Structural and functional model of industrial enterprise innovative potential**  
Source: Developed by authors

Research and engineering potentials are the core of an enterprise's innovative potential, which determines its ability to innovate transformations level. Embodied in the intellectual capabilities and abilities of employees, they determine the ability of the company to generate and perceive ideas and the implementation of creative thinking relevant to the current level of development of science and technology.

At the same time, a modern enterprise innovative potential structure should include: organizational and managerial component (leadership technologies and teambuilding, which ensure the effective use of intelligence to create and realize new knowledge), information and marketing component (marketing technologies of working with information on market processes), technical and technological component (technical means integrated into the technological process necessary for new products and processes creation), financial and investment component (financial resources availability and tools for innovative process investment support), and also interface component that provides innovative process involving the owners of unique resources beyond the existing partnership.

The innovative potential marketing component plays a special role in shaping the flexibility of a business entity. Above all, it should provide the market qualified analysis and identify consumer needs trends in strategic management areas. The results of such analysis serve as a basis for determining the directions of formation the enterprise competitive advantages in the ways and means of meeting these needs, in particular, through innovative changes.

At the same time, marketing approaches are appropriate to use for evaluation:

- the potential utility of inventions and discoveries that have emerged in the innovation market and can be realized – to determine the feasibility of involving them in the practice of an entity activity;
- the economic entities partnership forms that can be participants in the production technological chain – to plan the mutually agreed changes in the resources and business processes structure composition;
- changes in legislation that may form certain sectoral or regional preferences for the relevant strategic period – to assess their impact on the competitive environment development and to identify new activity areas.

Considering that innovative potential is formed for innovative tasks realization which are form the enterprise competitive business strategy basis, and also that competitive strategies are chosen by management for each business context that is deployed in strategic perspective, it can be argued that there is interdependence processes of innovative potential formation and harnessing. On the one hand, its development should take place in line with the selected business strategies, and on the other hand, business strategies should be chosen taking into account the capacity of certain structural components of the enterprise's innovative potential to generate sustainable competitive advantages. That brings the forecast marketing function to the forefront. So, based on its market trends, options for the other innovative potential components development should be considered. And in the context of forward-looking business strategies for retaining / strengthening competitive advantage.

Any competitive business strategy should be based on innovation, which gives reason to speak about its direct connection with innovative strategies. And it can be argued that wrong choice of strategic goals achievement methods and technologies indeed largely a consequence of the enterprise innovative potential structure imbalance and absence (or insufficient level of development) of its components that are necessary for the implementation of key innovative goals. To avoid this it is important to see the connection between the innovative potential components and the enterprise strategic goals, which are determined by its innovative and business strategies (table 3).

Machine-building enterprises often are partners in the technology chain, and their strategy depends on what strategy is implemented by the dominant partner in the chain (often the one that marketed finished product). Subsidiaries do not attempt to change their products on their own because they are closely linked to the requirements of a leading enterprise. At the same time, they can initiate such changes if their development can significantly improve the quality for the final product. The key role in determining the direction of enhancing the innovative potential of participants in such a partnership should be played by the producer of the final products – in fact it is in direct contact with the market and develops the concept of new products in line with the trends of scientific and technological progress.

The solution to these problems belongs to the sphere of marketing and requires adequate information and analytical support. It is advisable to justify and make appropriate decisions by actively interacting with existing/potential partners, involving them in mutually agreed organizational or technological changes. This is shown schematically in Fig. 3.

Guided by the author's determination of the enterprise innovative potential in the part related to ensuring its dynamic characteristics (that is the ability to changes under the influence of new environmental challenges for the competitive strategies implementation), we consider it necessary to emphasize once again that the motivational environment conducive for innovative activity should be created for this. In addition, its most sensitive components must be dynamic, this means to be promptly adjusted according to innovative tasks under the chosen business strategy context.

Table 3

**Connection of machine-building enterprise strategies with its ability to generate competitive advantages at the expense of the innovative potential structural components**

Method of competitive advantages generating	Key competencies for competitive advantages	A key structural and functional innovative potential components
<i>Offensive strategy (growth)</i>		
Market launch of a new product with high consumer value for a mass audience	Ability to create new products brand (breakthrough innovations)	Research and engineering; technological; <i>marketing and information</i> ; financial (investment) potentials
<i>Niche strategy (limited growth)</i>		
Markets monitoring to identify new needs and create product innovations with consumer value for market niches identification	Ability to highlight the consumers target groups specific needs and to develop a way of satisfying them	<i>Marketing information</i> and engineering potentials
<i>Protective strategy (limited growth)</i>		
Product development and process improvement	Ability to develop products and processes	Research and engineering potentials; <i>marketing and information</i> potentials
<i>Imitation strategy (growth or limited growth)</i>		
Rapid commercialization of consumer value created by others	Acquire a license or pirate copying of an existing model, which has market acceptance	<i>Marketing and information</i> , technological, financial and investment potentials
<i>Dependent strategy (in line with dominant partner strategy)</i>		
Partnerships establishment with end-product manufacturers to participate in the technology chain	The ability of the production system to provide the required quality standards of components for participation in the technological chain	Technological and interface potentials

Source: Compiled by the authors

All people determine their motivational priorities, taking into account their ability to satisfy the most relevant needs at the decision-making moment. It is important to identify correctly the needs of those employees who may be initiators of the new, and therefore to differentiate them in relation to the predicted and actual results of innovative work. Thus, it is possible to ensure the rewards valence (not only purely material) under innovators motivational preferences context. It will create favorable conditions for active and effective innovative activity and achievement of the goals set in each strategic period. This also applies to the structural and functional development of the enterprise innovative potential – structural elements filling with new competences, taking into account the selected business strategies specifics.

It is important to prioritize correctly the internal incentive system parameters, by appropriately embedding the incentives to create and deliver innovations. Considering that the organizational interaction effectiveness (which, of course, has a decisive influence on the innovations effectiveness) is a reflection of the workforce members' motivational advantages, it can be argued that the formation and enhancement of the enterprise innovative potential largely depends on the management ability to provide relevant motivation base for the:

- attracting employees who are able to create innovative products and maintain their desire to use effectively their knowledge and enterprise resources to identify and realize innovative tasks;
- capital relations development and the systemic trust formation in the workforce to overcome the manifestations of opportunistic behavior on the part of those who will be involved in the implementing innovative changes process.

The motivational process driving forces should not be considered only in the participants economic interests context – the innovations motivational field is much broader and includes both material and intangible rewards. And quite often the innovation effectiveness depends not only on the professional and competent employees characteristics, but also on the relations system in the workforce. These relationships are formed in the process of its development and are manifested in management styles and methods, characteristics and values of organizational culture, which also serves as a motivational basis for organizational behavior.

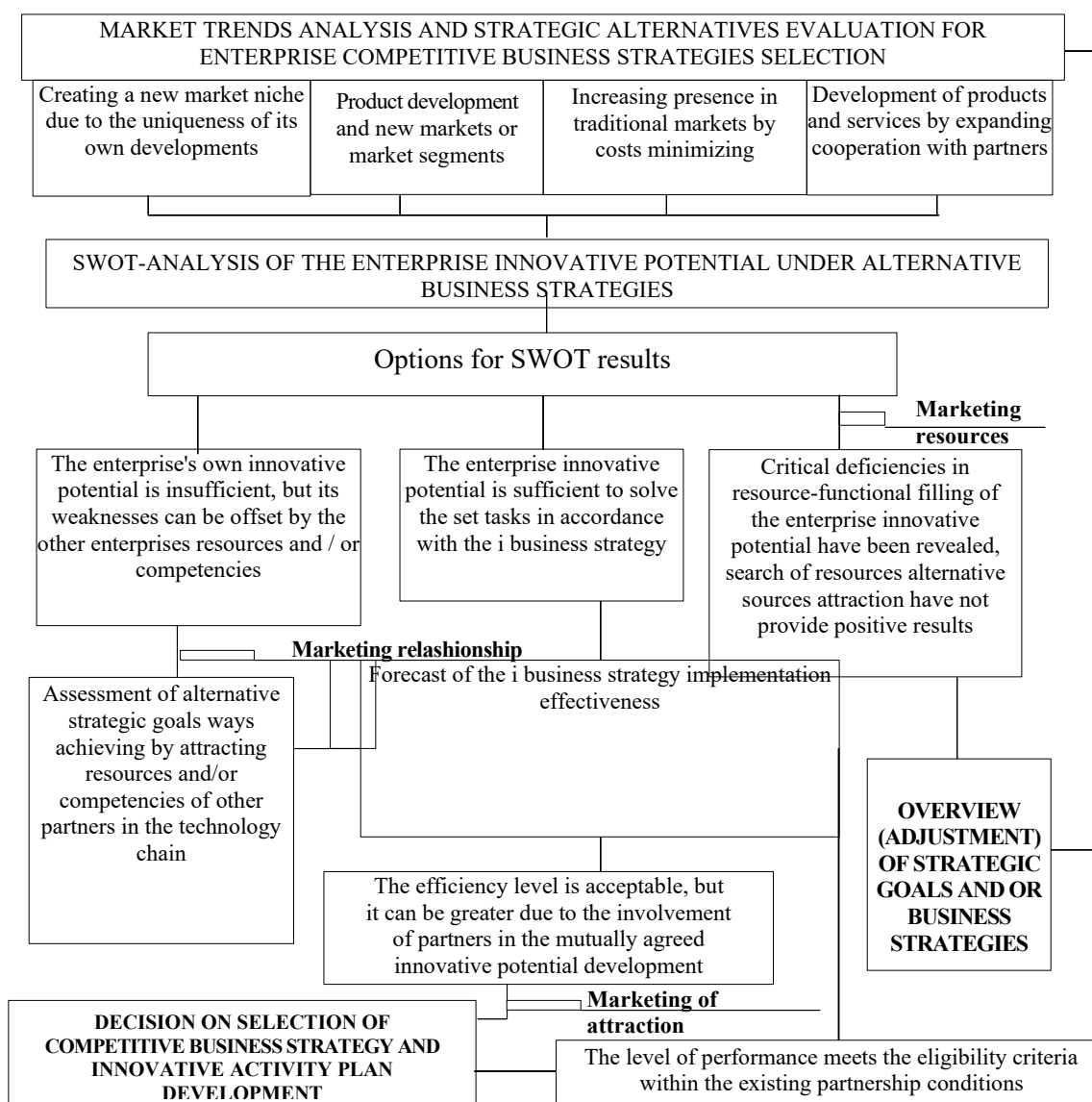


Figure 3. The model of the enterprise competitive business strategy selection considering the innovative potential increasing possibility on the basis of strategic partnership

Source: Developed by authors

Integrated business structures incentives-preferences in the field of innovation need should be formed not only in the organizational space of an individual enterprise, but also in the context of innovative development of all partners – if such a partnership is considered as strategic. To do this, we recommend to develop the motivational potential of engagement marketing, which is based on maintaining the partnerships value. Communication marketing interaction system will ensure the rapid exchange of information between the participants of the strategic partnership in relation with common goals and strategies, which may also be related to various aspects of innovative potential realizing.

It is extremely important for participants in integrated business structures to understand clearly the common benefits and the strategic partnership value. Therefore, the term «marketing interaction» should be interpreted in an active form – each participant should strive to improve the activities effectiveness in close interaction with partners. In such a partnership, business structures move from a predominantly adaptive market behavior scenario to a proactive one aimed at shaping new business segments in market – through the new knowledge production and new products creation, and technologies that develop social needs.

### CONCLUSION

The problem of increasing the business structures competitiveness in Ukrainian industrial sector under the global economic crisis has been actualized. This problem is extremely acute for machine-building enterprises, which are losing their export opportunities every year. This has been confirmed by the machine-building products export performance analysis by major product groups in 2011-2020. Since 2012,

the machine-building products export volume in Ukraine decreased more than twice, with the largest losses in export positions occurring in the product group, which covers the most high-tech products. Its share in the export structure decreased from 45% in 2012 to 14% in 2020, and its volumes decreased almost 11 times. It has been underlined that further degradation of the high value-added industry can become critical for renewable processes in industry and Ukraine will finally become a raw material supplement of developed countries.

Lost positions recovering is possible by enhancing the enterprises ability to create innovations that could form the competitive business strategies basis. We have been suggested that this requires the innovative capacity development in accordance with the ways to gain competitive advantage defined by the strategy. Based on the analysis of scientific perspectives on enterprises innovative potential management, it has been determined that they are lack of studies on the relationship between the innovative potential structure and competitive business strategies.

For factual confirmation of the stated assumption, we have conducted a study of the relationship between the industrial enterprises innovative activity dynamics in Ukraine in the period of 2011-2020 and its effectiveness. It has been found that even the enterprises innovative activity increase after 2014 did not provide a sustained growth in sales of industrial products, and therefore its competitiveness. Moreover, the innovative products share in 2019 was only 1.3% versus 3.8% in 2011. Taking into account the negative tendencies persistence and even their aggravation in recent years, we have concluded that the industrial enterprises innovative potential does not correspond to the tasks that they must solve in the competitive strategies selection and implementation processes.

The author's position has been stated that it is advisable to consider the innovative potential management development in terms of improving the dynamic characteristics that determine their adaptive and proactive flexibility. It has been argued that adaptive flexibility is provided by a resource component of innovative potential, and proactive flexibility by a motivational one. The essence of these components and their influence on the enterprise choice of the competitive business strategies type based on the productive innovations, has been characterized. The enterprises innovative strategies connection with its ability to form competitive advantages at the expense of innovative potential structural components has been determined and marketing key role in establishing the directions of business structures innovative potential development has been highlighted.

Considering the interconnectedness of industrial business structures in the value chain, the logical model of competitive business strategy selection based on business structures strategic partnership has been developed. In this model, the relationship marketing has been positioned and its target settings are identified in the work with the resource component of innovative potential (adaptive flexibility) and in improving the motivational bond of partnerships (proactive flexibility). It has been expressed the author's position on improving the motivational environment of innovative processes participants in strategic partnership through the monitoring partnerships value, which has been presented in a formalized form in the partners innovative potential context of increasing. The developed recommendations can be used to expand the directions and ways for marketing interaction of business structures (machine-building and other national economy industrial sectors ) within the framework of plans for building innovative strategic partnership opportunities for the competitive business strategies implementation.

## REFERENCES

1. State Statistic Service of Ukraine. The Volume of industrial products sold by type of activity. Url: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/pr/orppvd/orppvd\\_14-19\\_eu](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/pr/orppvd/orppvd_14-19_eu) (accessed: 14.05.2021).
2. Wernerfelt B.A. Resource-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal*. 1984. Vol.5. No 2. P.171-180.
3. Teece D.J. Pisano G., Shuen F. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*. 1997. Vol.18. No 7. P. 509-533. Doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z
4. Slywotzky A. J. Value Migration: How to Think Several Moves Ahead of the Competition. Harvard Business School Press, 1995. 336 p.
5. Brandenburger A.M., Nalebuff B. J. Co-opetition. New York, Crown Business. 1996. 304 p.
6. Hamel G., Prahalad, C.K. Competing for the Future. Harvard Business School Press. 1996. 358 p.
7. Chan W. K., Mauborgne, R. Blue Ocean Strategy. Harvard Business Review. 2004. 240 p.
8. Moore J. Business ecosystems and the view of the firm. *The Antitrust Bulletin*. 2006. Doi: 10.1177/0003603X0605100103.
9. Hodgson G.M. Economies and Institution. A Manifesto for a Modern Institutional Economies. Cambridge Polity Press. 1988. 346 p.
10. Stadnyk V., Izhevskiy P., Zamazii O., Goncharuk A., Melnichuk O. Factors of enterprises' strategic selection of participation forms in integration formations. *Problems and Perspectives in Management*, 2018. Vol.16. No 2.P. 90-101. doi.org/10.21511/ppm.16(2).2018.09.
11. Freeman C. The National System of Innovation in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics*. 1995. Vol.19. No 1.

12. Anthony S. D., Eyring M., Gibson L. Mapping Your Innovation Strategy [Online]. *Harvard Business Review*. 2006. May. Url: <http://hbr.org/2006/05/mapping-your-innovation-strategy/ar/1>(accessed: 18.02.2021).
13. Tidd J., Bessant J., Pavitt K. *Managing Innovation: Integrating technological, market and organizational change*. 3-d Edition. Chichester, UK: John Wiley & Sons LTD. 2005. 582 p.
14. Annayev B. Formation of innovative potential: opportunities of the enterprise and requirements of market. *Economics. Management. Business*. 2014. No 3. P.14-21. (in Ukrainian) Url: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/emb/issue/view/38> (accessed: 12.02.2021).
15. Sydorchuk I P. Essence, structure and features of evaluating the innovative potential of an industrial enterprise. *Economic and region*. 2014. No2(45). P.97-101. (in Ukrainian). Url:[http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?econrig\\_2014\\_2\\_18](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?econrig_2014_2_18) (accessed: 14.05.2021).
16. Gurochkina V. V. Innovation potential of the enterprise : the essence and protection system. *Economics: time realities. Scientific journal*. 2015. No5(21). P.51-57. (in Ukrainian).
17. Zubko T., Andreeva V. The meaning and methods of evaluation of innovative potential of enterprise. *Economics. Management. Business*. 2016. No 1. P.74-81. (in Ukrainian) Url: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/emb/article/view/633> (accessed: 24.02.2021)
18. Valitov Sh. M., Khakimov A. Kh. Innovative potential as a framework of innovative strategy for enterprise development. International Conference on Applied Economics, 2-4 July. *Procedia Economics and Finance*. 2015. Vol.24. P.716-721 (In Russia). Doi:10.1016/S2212-5671(15)00682-6/
19. Rodionova I. V. Methods of evaluation of the innovation potential of industrial enterprises. *Economics of Development*. 2013. No 4(68). P.96-99. (in Ukrainian).
20. Chorna M., Nord G., Bezghinova L., Melushova I., Diadin A. Company Development Strategy Choice on the Grounds of Innovative Potential Assessment. *Academy of Strategic Management Journal*. 2019. Vol. 18. Is. 1. Url: <https://www.abacademies.org/articles/company-development-strategy-choice-on-the-grounds-of-innovative-potential-assessment-7868.html> (accessed: 21.02.2021).
21. Zamazii O., Stadnyk V. Sokoliuk G., Prylepa N. Optimization Management Model of the Industrial Enterprise Innovation Potential Development on the Basis of a Value-Oriented Approach. *Advances in Economics, Business and Management Research*. 2019. Vol 95. P.38-43 [Online]. Url: [atlantis-pub.com/proceedings/smtesm-19/125917617](http://atlantis-pub.com/proceedings/smtesm-19/125917617) (accessed: 28.03.2021).
22. Treacy M., Wiersema F. *The Discipline of market leaders*. New York. Addison-Wesley. 1995. 224 p.
23. Khachatryan V. V. Marketing management providing of entrepreneurial potential as a requirement of modern market. *Scientific bulletin of Polissia*. 2017. Vol.(9). No2. P.162-167. (in Ukrainian).
24. Tatomyr I. L. Marketing methods of MVOK company professional brand promotion. *Economic discourse*. 2018. Vol.1. P.24-32. (In Ukrainian). Url: <http://188.190.33.55:7980/jspui/bitstream/123456789/6784/1/ED%202018%281%29.24-32.pdf> (accessed: 22.04.2021)
25. Pererva, P. G., Nagy S., Maslak M. Organization of marketing activities on the intrapreneurship. *MIND Journal*. 2018. Vol. 5. No 10. Url: [https://mindjournal.wseh.pl/sites/default/files/article/09-18/organization\\_of\\_marketingactivities\\_on\\_the\\_intrapreneurship.pdf](https://mindjournal.wseh.pl/sites/default/files/article/09-18/organization_of_marketingactivities_on_the_intrapreneurship.pdf) (accessed: 22.04.2021)
26. Bianchi M., Di Benedetto A., Franzo S., Frattini F. Selecting early adopters to foster the diffusion of innovations in industrial markets: Evidence from a multiple case study. *European Journal of Innovation Management*. 2017. Vol. 20. Iss.4. P. 620-644. <https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2016-0068>.
27. Hrihoruk P. M., Khrushch N. A. Integral assessment of the level and dynamics of the innovation potential of the region. *Management and marketing of innovations*. 2016. Nol. 3. P. 109-129. (in Ukrainian) Url: <https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/en/journals/2016/3/109-129>.
28. Taddeo R., Simboli A., Ioppolo G., Morgante A. Industrial symbiosis, networking and innovation: The potential role of innovation poles. *Sustainability*. 2017. Vol.9. No 2. P.169. Url: <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/2/169> (accessed: 21.03.2021).
29. Roig-Tierno N., Ribeiro-Soriano D., Mas-Verdú F. Clustering and innovation: Firm-level strategising and policy. *Entrepreneurship & Regional Development*. 2017. Vol. 29. No.7-8. 814-816. Doi.org/10.1080/08985626.2017.13359.58.
30. Dodgson M. *Technological collaboration in industry: strategy, policy and internationalization in innovation*. Routledge. 2018. Url: [routledge.com/Technological-Collaboration-in-Industry-Strategy-Policy-and-Internationalization-in-Innovation/Dodgson/p/book/9781138578005](http://routledge.com/Technological-Collaboration-in-Industry-Strategy-Policy-and-Internationalization-in-Innovation/Dodgson/p/book/9781138578005) (accessed: 21.03.2021)
31. State Statistic Service of Ukraine. Commodity structure of Ukraine's foreign trade. Url: <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed: 26.04.2021).
32. State Statistic Service of Ukraine. Scientific and innovative activity (2000-2019). Url: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/ni/ind\\_pp/vi\\_pp\\_u.xlsx](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/ni/ind_pp/vi_pp_u.xlsx) (accessed: 26.04.2021).



---

## МАРКЕТИНГОВА ДОМІНАНТА В МОДЕЛЯХ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ І РЕАЛІЗАЦІЇ КОНКУРЕНТНИХ БІЗНЕС-СТРАТЕГІЙ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ СТРУКТУР

ВАЛЕНТИНА СТАДНИК <sup>1</sup>, ГАЛИНА КРАСОВСЬКА <sup>2</sup>, ЮЛІЯ ГОЛОВЧУК <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Хмельницький національний університет

<sup>2</sup> Хмельницький національний університет

<sup>3</sup> Вінницький торговельно-економічний інститут

Київського національного торговельно-економічного університету

*Метою статті визначено формування релевантних методичних підходів до розвитку інноваційного потенціалу підприємницьких структур для поліпшення їх динамічних характеристик і підвищення здатності до реалізації конкурентних бізнес-стратегій. На основі аналізу динаміки і структури експорту продукції машинобудування та результатів інноваційної активності промислових підприємств України висловили припущення про невідповідність їх інноваційного потенціалу завданням конкурентних стратегій. Обґрунтували авторську позицію, що управління розвитком інноваційного потенціалу доцільно розглядати з погляду поліпшення адаптивної і проактивної гнучкості підприємств. Охарактеризували сутність цих складових і їх вплив на вибір підприємством конкурентних бізнес-стратегій. Підкреслили провідну роль і визначили цільові установки маркетингу у забезпеченні обох видів гнучкості. На основі викладеного розробили модель вибору підприємством конкурентної бізнес-стратегії з урахуванням можливості нарощування інноваційного потенціалу через розвиток стратегічного партнерства.*

*Ключові слова: промисловість, машинобудування, реактивна і проактивна гнучкість, конкурентні переваги, інноваційні стратегії, мотиваційний вплив.*

## МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

ВЯЧЕСЛАВ ДЖЕДЖУЛА <sup>1</sup>, ПРИНА ЄПІФАНОВА <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2740-0771>

e-mail: [djedjulavv@gmail.com](mailto:djedjulavv@gmail.com)

<sup>2</sup> Вінницький національний технічний університет

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0391-9026>

e-mail: [epifanovairene@gmail.com](mailto:epifanovairene@gmail.com)

*В роботі узагальнено науково-методичні підходи до розробки економіко-математичних моделей на основі теорії нечіткої логіки та лінгвістичної змінної. Прогнозування та підтримка прийняття рішень за допомогою нечітких математичних моделей дозволяє узагальнити та сконцентрувати експертну інформацію, здійснити прогнозування перебігу процесів різних сфер з урахуванням кількісних та якісних факторів. У порівнянні з відомими експертними методами теорія нечіткої логіки має низку переваг, головними з яких є автоматизація розрахунків за рахунок використання математичних пакетів. Обґрунтовано, що побудова функцій належності є одним з головних етапів побудови нечітких математичних моделей. Розглянуто основні способи, якими можна будувати функції належності залежно від способу отримання інформації. Для побудови функцій належності використовують два методи: залучення багатьох експертів і залучення одного експерта. Незважаючи на те, що в математичних пакетах побудова функцій належності автоматизована, першочерговий вибір форми і характеристик повинен здійснюватися розрахунковим шляхом розглянутими в роботі методами. Узагальнено найпоширеніші функції належності, до яких належать трикутна, трапецієвидна, гаусова, сигмовидна. Наведено приклад побудови функцій належності для умовної лінгвістичної змінної.*

**Ключові слова:** нечітка логіка, функції належності, фазифікація, дефазифікація, моделювання

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-5

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Прогнозування та підтримка прийняття рішень за допомогою нечітких математичних моделей дозволяє узагальнити та сконцентрувати експертну інформацію, здійснити прогнозування протікання процесів технічної, економічної, соціальної сфер, де фактори можуть мати як якісні так і кількісні характеристики. Прогнозування ефективності вкладення коштів у заходи з енергозбереження, визначення рівня інноваційного потенціалу підприємства, прогнозування виходу біогазу з біореактора – це та багато інших процесів дозволяє моделювати теорія нечіткої логіки та лінгвістичної змінної. Цей метод як взаємозв'язана сукупність математичних моделей, алгоритмів й формалізованих методик дозволяє використовувати експертно-лінгвістичну інформацію для прогнозування характеристики певного проекту або процесу та здійснювати порівняння з альтернативними варіантами.

### ОГЛЯД ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Засновником теорії нечіткої логіки та лінгвістичної змінної вважають професора Л. Заде [1]. Розвиток теорії надали такі вчені, як Т. Сааті [2], О.П. Ротштейн [3], С.Д. Штовба [4], Матвійчук А. В. [5] та багато інших. Дана теорія дозволяє уникати громіздкості і непотрібної точності у системах, де необхідним є отримання результату із врахуванням багатьох факторів, які традиційними математичними теоріями поєднати дуже важко. У порівнянні з відомими експертними методами теорія нечіткої логіки має низку переваг, головними з яких є автоматизація розрахунків за рахунок використання математичних пакетів, наприклад Matlab, Scilab; можливість навчання моделей, використання кількісних і якісних властивостей об'єкта моделювання, отримання рішення для різних споріднених задач на основі однієї бази знань наповненої експертною, аналітичною та експериментальною інформацією та інші.

Метою цієї роботи є узагальнення науково-методичних підходів до розробки економіко-математичних моделей на основі теорії нечіткої логіки та лінгвістичної змінної.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Нечіткою множиною  $\tilde{A}$  на універсальній множині  $U$  називається сукупність пар  $(\mu_A(u), u)$ , де  $\mu_A(u)$  – ступінь належності елемента  $u \in U$  до нечіткої множини  $\tilde{A}$ . Належність елемента до універсальної множини оцінюється числом з діапазону  $[0, 1]$ . Найвищий ступінь належності відповідає числу 1.

Лінгвістичною змінною називається змінна, значеннями якої є слова або словосполучення мови. Множина усіх можливих значень лінгвістичної змінної називається терм-множиною, кожен елемент терм-множини називається термом [1-8].

Функцією належності називається функція, яка дозволяє обчислити ступінь належності довільного елемента універсальної множини до нечіткої множини [1-8].

Найпоширенішими функціями належності є трикутна, трапецієвидна, гаусова, сигмовидна (рис. 1).

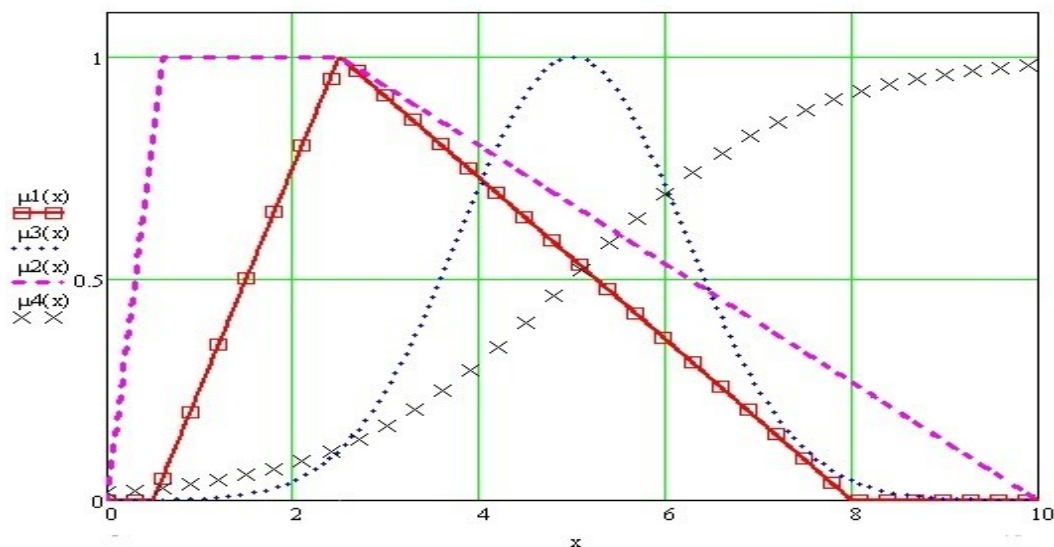


Рис. 1. Графіки найпоширеніших функцій належності (розроблено на основі [1-3]):

- μ1(x) – трикутна, при  $a = 0,5; b = 2,5; c = 8$ ;
- μ2(x) – трапецієвидна, при  $a = 0; b = 0,6; c = 2,5; d = 10$ ;
- μ3(x) – гаусова, при  $b = 5; c = 12$ ;
- μ4(x) – сигмовидна, при  $a = 0,8; c = 5$ .

Задаються функції належності таким чином:

трикутна форма функції належності:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & u \leq a \text{ або } u \geq c \\ \frac{u-a}{b-a}, & a < u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b}, & b < u \leq c \end{cases} \quad (1)$$

де  $(a, c)$  – носій нечіткої множини;

$b$  – координата максимуму;

– трапецієвидна форма функції належності:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & u \leq a \text{ або } u \geq d \\ \frac{u-a}{b-a}, & a \leq u \leq b \\ 1, & b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c}, & c \leq u \leq d \end{cases} \quad (2)$$

де  $(a, d)$  – носій нечіткої множини;

$[b, c]$  – ядро нечіткої множини;

– гаусова форма функції належності:

$$\mu(x) = \exp\left(-\frac{(u-b)^2}{2xc^2}\right), \quad (3)$$

де  $b$  – координата максимуму;

$c$  – коефіцієнт концентрації;

– сигмовидна форма функції належності:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \exp(-a \times (u - c))} \quad (4)$$

де  $a$  – коефіцієнт крутизни;

$c$  – координата переходу через 0,5.

Метод побудови функцій належності передбачає фазифікацію нечітких оцінок факторів впливу. Етап фазифікації включає вибір нечітких термів для лінгвістичної оцінки факторів впливу, що задані на відповідних універсальних множинах.

Нечіткою множиною, за допомогою якої формалізується терм  $\tilde{S}$ , є сукупність пар [1-6]:

$$\tilde{S} = \left\{ \frac{\mu_S(u_1)}{u_1}, \frac{\mu_S(u_2)}{u_2}, \dots, \frac{\mu_S(u_n)}{u_n} \right\}, \quad (5)$$

де  $\{u_1, u_2, \dots, u_n\} = U$  – універсальна множина, на якій задається нечітка множина;

$S \in U$ ;  $\mu_S(u_i)$  – ступінь належності елемента  $u_i \in U$  нечіткій множині  $\tilde{S}$ .

Розв'язання задачі фазифікації ґрунтується на ідеї розподілу ступенів належності універсальної множини згідно з їх рангами.

Для побудови функцій належності використовують два методи: залучення багатьох експертів і залучення одного експерта.

При побудові математичної моделі на базі інформації групи експертів рекомендується використовувати анкету опитування експерта (табл. 1).

Таблиця 1

Анкета опитування експерта

	$u_1$	$u_2$	...	$u_n$
$l_1$				
$l_2$				
...				
$l_n$				

Ступені належності нечіткій множині розраховуються за формулою [4]:

$$\mu_{l,j}(u_j) = \frac{1}{K} \times \sum_{k=1, K} b_{j,i}^k, \quad i = 1, \dots, n, \quad (6)$$

де  $K$  – кількість експертів;

$b_{j,i}^k$  – думка  $k$ -го експерта про наявність у елемента  $u_i$  властивості нечіткої множини  $l_j$ .

Приймається, що експертні оцінки бінарні, тобто оцінка 1 позначає наявність у елемента  $u_i$  властивості нечіткої множини  $l_j$ , а 0 – на їх відсутність.

Після заповнення експертами анкет формується матриця результатів опитування експертів. Парні порівняння здійснюються за дев'ятибальною шкалою Сааті у матриці [2]. При використанні знань одного експерта формується матриця парних порівнянь. Ступені належності відповідають координатам власного вектору матриці парних порівнянь [4]. Обчислення власного вектору матриці парних порівнянь значно збільшує трудомісткість використання математичної моделі. Тому нами пропонується використовувати узгоджені парні порівняння.

У такому випадку потреби у пошуку власного вектору матриці немає [1-5] і ступені належності розраховують за формулою:

$$\mu(u_i) = \frac{1}{a_{i1} + a_{i2} + \dots + a_{in}}, \quad (7)$$

де  $a_{ij}$  – елементи матриці парних порівнянь.

Таблиця 2

Матриця парних порівнянь					
	$u_1$	$u_2$	...	$u_{n-1}$	$u_n$
$A =$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n-1}$	$a_{1n}$
	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n-1}$	$a_{2n}$
	...	...	...	...	...
	$a_{n-11}$	$a_{n-12}$	...	$a_{n-1n-1}$	$a_{n-1n}$
	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nn-1}$	$a_{nn}$

Примітка:  $a_{ij}$  – рівень переваги елемента  $u_i$  над  $u_j$  ( $i, j = 1, n$ ).

Детальніше розглянемо приклад побудови функцій належності для умовної лінгвістичної змінної  $A$ . Для лінгвістичної оцінки даного фактору використовується множина {низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий}. Універсальна множина, на якій задається ЛЗ « $A$ »  $U(A) = \{0,1\}$  балів. Матриця парних порівнянь для терму «низький» має вигляд :

$$A_H(L) = \begin{matrix} & u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 \\ u_1 & 1 & \frac{7}{8} & \frac{4}{8} & \frac{2}{9} & \frac{1}{8} \\ u_2 & \frac{8}{7} & 1 & \frac{4}{7} & \frac{2}{7} & \frac{1}{7} \\ u_3 & \frac{8}{4} & \frac{7}{4} & 1 & \frac{2}{4} & \frac{1}{4} \\ u_4 & \frac{8}{2} & \frac{7}{2} & \frac{4}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ u_5 & 8 & 7 & 4 & 2 & 1 \end{matrix} \quad (8)$$

Експертно задається лише нижній рядок матриці. За відомими елементами рядка можна знайти елементи інших рядків за формулою:

$$a_{i,j} = \frac{a_{kj}}{a_{ki}}, i, j, k = 1 \dots n. \quad (9)$$

Розраховані функції належності для терму «низький» зведемо у табл. 3.

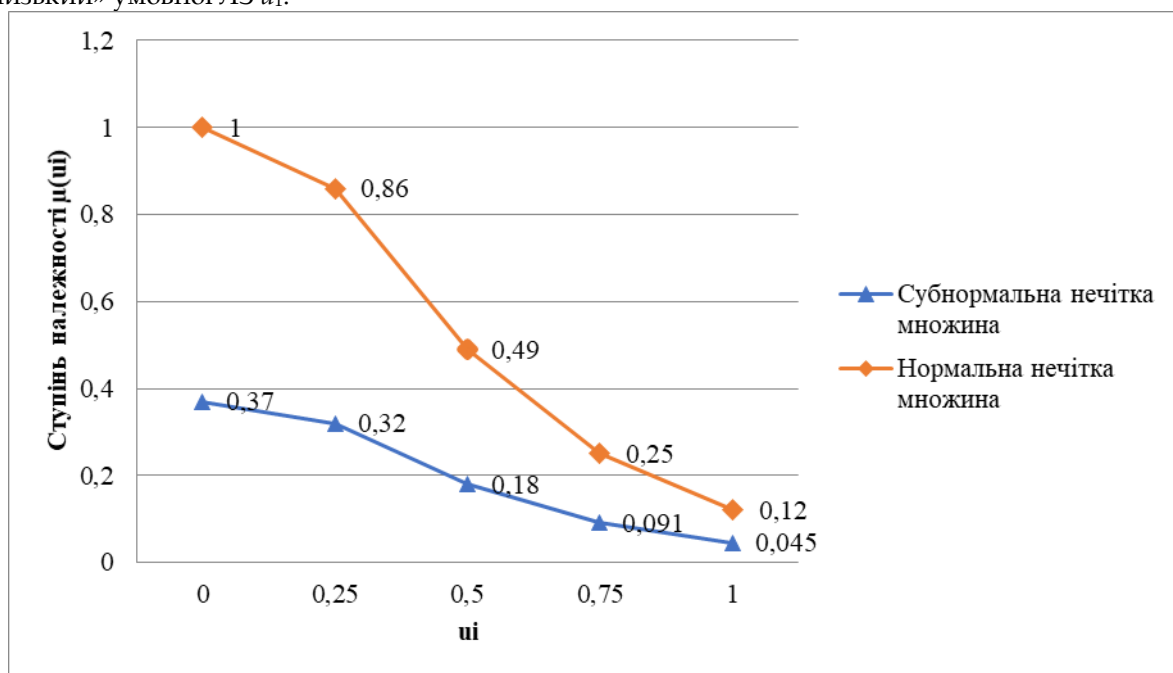
Нормальна нечітка множина отримана шляхом нормалізації: ділення на найбільший ступінь належності всіх ступенів належності.

Таблиця 3

Функції належності для терму «низький» ЛЗ

$u_i$	1	4	8	12	15
$\mu$ «низький» $u_i$ субнормальна нечітка множина	0,37	0,32	0,18	0,091	0,045
$\mu$ «низький» $u_i$ нормальна нечітка множина	1	0,86	0,49	0,25	0,12

На рис. 2 наведено графіки субнормальної і нормалізованої функцій належності для терму «низький» умовної ЛЗ  $d_1$ .

Рисунок 2. Графіки субнормальних і нормалізованих функцій належності для терму «низький» ЛЗ « $L$ »

Для використання програмних продуктів в обробці нечіткої інформації скористаємося стандартними функціями належності, взявши за основу форми і значення функцій, що отримані шляхом побудови «по точках».

## ВИСНОВКИ

Побудова функцій належності є одним з головних етапів побудови нечітких математичних моделей. Функції належності можна будувати двома основними способами, які залежать від способу отримання інформації: бази знань наповнювались експертної інформацією одного експерта чи багатьох. В математичних пакетах побудова функцій належності автоматизована, в залежності від форми функції і її характеристик будуються стандартні вбудовані функції. Але першочерговий вибір форми і характеристик повинен здійснюватися розрахунковим шляхом наведеними вище методами.

## REFERENCES

1. Zade L. Poniatye lynchvystycheskoi peremennoi y ee prymerenye k pryniatyi pryblzhennykh resheniy. M. : Myr, 1976. 167 s.
2. Saaty T. L. Vzaymodeistviye v tekhnicheskyykh systemakh. Tekhnicheskaya kybernetyka. 1979. № 1. S. 68–84.
3. Rotshtein A. P., Shtovba S. Nechetkaia nadezhnost alhorytmicheskyykh protsessov. Vynnytsa : Kontynent – PRYM, 1997. 142s.
4. Shtovba S. D. Proektyrovanye nechetkykh system sredstvamy Matlab. M. : Horiachaia lynyia - Telekom, 2007. 288 s.
5. Matviichuk A. V. Shtuchnyi intelekt v ekonomitsi: neironni merezhi, nechetka lohika : monohr.. – K. : KNEU, 2011. 439 c.
6. Nedosekyn A. O. Fynansovyi menedzhment na nechetkykh mnozhestvakh : monohrafiya. M. : Audyt y fynansovyi analiz, 2003. 184 s.
7. Pankevych O. D., Shtovba S. D. Diahnostuvannya trishchyn budivelnnykh konstruktzii za dopomohoiu nechetkykh baz znan : monohr. Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia, 2005. 108 s.
8. Dylyhenskyi N. V., Dymova L. H., Sevastianov P. V. Nechetkoe modelyrovanye y mnohokryteryalnaia optymizatsiia proyzvodstvennykh system v usloviakh neopredelennosti: tekhnolohiia, ekonomyka, ekolohiia. M. : Mashynostroenyie-1, 2004. 401 s.

## METHODICAL APPROACHES TO CONSTRUCTION OF FUNCTIONS OF FUZZY MATHEMATICAL MODELS

VIACHESLAV DZHEDZHULA <sup>1</sup>, IRYNA YEPIFANOVA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vinnytsia National Technical University

<sup>2</sup> Vinnytsia National Technical University

*The paper generalizes scientific and methodological approaches to the development of economic and mathematical models based on the theory of fuzzy logic and linguistic variable. Forecasting and decision support using fuzzy mathematical models allows to summarize and concentrate expert information, to predict the course of processes in various fields, taking into account quantitative and qualitative factors. In comparison with known expert methods, the theory of fuzzy logic has a number of advantages, the main of which are the automation of calculations through the use of mathematical packages, such as Matlab, Scilab; the ability to learn models, use quantitative and qualitative properties of the object of modeling, obtain solutions for various related problems on the basis of one knowledge base filled with expert, analytical and experimental information, and others. It is substantiated that the construction of membership functions is one of the main stages in the construction of fuzzy mathematical models. The main ways in which you can build membership functions depending on the method of obtaining information are considered. Two methods are used to construct membership functions: the involvement of many experts and the involvement of one expert. The method of constructing membership functions involves fassification of fuzzy estimates of influencing factors. The phase of fasification involves the choice of fuzzy terms for the linguistic assessment of the influencing factors given on the corresponding universal sets. The most common membership functions are generalized, which include triangular, trapezoidal, Gaussian, sigmoid. An example of an expert questionnaire is given, which should be used when building a mathematical model based on information from a group of experts. An example of constructing membership functions for a conditional linguistic variable is given. Calculating the eigenvector of a matrix of pairwise comparisons significantly increases the complexity of using a mathematical model. Therefore, we propose to use consistent pairwise comparisons. Despite the fact that in mathematical packages the construction of membership functions is automated, the primary choice of form and characteristics should be carried out by calculation methods considered in the work.*

*Keywords: fuzzy logic, membership functions, fassification, defasification, modeling*

## ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ШВЕЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

ТЕТЯНА ЗАВГОРОДНЯ <sup>2</sup>, ОКСАНА ПРОСКУРОВИЧ <sup>2</sup>, КАТЕРИНА ГОРБАТЮК <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Хмельницький національний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7786-4649>  
e-mail: zavgorodnyatp@gmail.com

<sup>2</sup> Хмельницький національний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2430-8910>  
e-mail: pov1508@gmail.com

<sup>3</sup> Хмельницький національний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1477-4085>  
e-mail: ecvgor@ukr.net

*В науковій статті досліджено процес діагностування результату виробничої діяльності швейного підприємства. Надана оцінка стану виробничо-збутової діяльності швейної фабрики на основі динаміки обсягів товарної та реалізованої продукції. Проведено факторний аналіз ефективності використання ресурсів (чисельності персоналу, вартості матеріалів та основних фондів) підприємства швейної галузі. Застосовано економетричне моделювання та прогнозування результатів виробничої діяльності щодо зміни основних складових ресурсного потенціалу швейного підприємства. Побудовано декілька економетричних та трендову моделі зміни обсягу товарної продукції швейної фабрики. Крім лінійних залежностей сформовано степеневу та мультиплікативну виробничу функцію зміни результату виробничої діяльності. Усі побудовані моделі мають високе значення коефіцієнта детермінації, що вказує на вагомий частку впливу відібраних факторів на результативний показник. Одночасно вони є адекватними, тому за ними і здійснено прогнозування обсягу товарної продукції. Результати моделювання та подальшого прогнозування довели, що найкраще описує зміну обсягу випуску продукції трьох факторна модель, степенева залежність, двох факторна модель щодо впливу чисельності персоналу та вартості матеріальних ресурсів і одно факторна залежність між обсягом товарної продукції і вартістю матеріалів. Ці моделі мають достатньо високе значення коефіцієнта детермінації, найменше значення стандартної помилки та встановлено адекватність цих моделей за критерієм Фішера та достовірність їх параметрів за критерієм Ст'юдента.*

*Ключові слова:* діагностування, факторний аналіз, результат виробничої діяльності, обсяг товарної продукції, чисельність персоналу, вартість основних фондів, вартість матеріальних ресурсів, економетричне моделювання, прогнозування, мультиплікативна виробничу функція, степенева та трендова залежності.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-6

### ВСТУП

Отримання вищого рівня ефективності діяльності швейного підприємства можливе за рахунок оптимального використання її ресурсного потенціалу. Прогресивними методами їх діагностування є економіко-математичні методи, які на основі значних масивів цифрової інформації дозволяють встановити загальні тенденції зміни результатів виробничої діяльності під впливом ресурсного потенціалу. Застосування економіко-математичних методів до оцінки результатів будь-яких економічних процесів спроможне встановити та оцінити в кількісному вимірі залежності між цілими масивами показників. При цьому багатфакторні економічні моделі формуються для відображення існуючих взаємозв'язків певних факторів впливу із обраною результативною ознакою.

### ОГЛЯД ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Проблематика діагностування результату виробничої діяльності досліджувалась багатьма авторами: І.О. Бланком, А.П. Гречан, А.Е. Воронковою, Т.Ф. Косянчук, Л.О. Лігоненко, Н.Г. Міценко, Є.В. Мних, О.І. Олексюк, А.М. Турило, М.Г. Чумаченком, Г.О. Швиданенко та іншими [1-9]. Вони розглядали концептуальні питання діагностування господарської діяльності, без врахування особливостей та практичних аспектів її застосування на підприємствах швейної галузі. Тому варто провести дослідження щодо оцінки стану, діагностування, моделювання та подальшого прогнозування результатів виробничої діяльності під впливом ресурсного потенціалу швейного підприємства.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі діагностування стану розвитку підприємства швейної галузі слід дослідити можливу взаємодію технологічних і економічних процесів, у виробничому процесі, для з'ясування їх впливу на результати виробничої діяльності швейної фабрики.

Діагностику результатів виробничої діяльності варто здійснити аналіз його основних техніко-економічних показників за даними таблиці 1 [10].

Таблиця 1

**Динаміка основних показників виробничої діяльності  
швейного підприємства з 2014 р. по 2019 р.**

Показник	Абсолютні значення за роками, тис. грн						Темпи росту за роками, %					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2015/2014	2016/2015	2017/2016	2018/2017	2019/2018	2019/2014
Обсяг товарної продукції	18160	26408,1	33722	34034,2	43890	39903	145,42	127,70	100,93	128,96	90,92	219,73
Обсяг реалізованої продукції	18359	26455	34744	35141	44045	41062	144,10	131,33	101,14	125,34	93,23	223,66

За даними таблиці 1, у швейної фабрики результати виробничої діяльності дещо покращились протягом досліджуваного періоду. Зокрема, обсяги товарної і реалізованої продукції зростали на 119,73 % і 123,66 % відповідно. Діагностування показників виробничо-збутової діяльності щодо обсягів товарної та реалізованої продукції вказує на їх поступове зростання, що наочно простежується за допомогою рисунку 1.



Рисунок 1. Динаміка обсягів товарної та реалізованої продукції швейної фабрики

За рисунком 1 на швейному підприємстві, прослідковується загальна тенденція до нарощування виробничих потужностей з пошиття швейних виробів і зростання обсягів виробництва та реалізації швейних виробів. Їх обсяг змінюється майже однаковими темпами. За аналізований період розмір цих показників збільшився на 119,73 % та 123,66 % відповідно, що спричинено переважно зростанням цін, оскільки валовий випуск на реалізація продукції скоротились на 3000 фізичних одиниць виміру та на 72180 фізичних одиниць виміру відповідно.

На швейній фабриці відбувається коливання обсягів випуску та реалізації готової продукції: поступове зростання з 2014 р. по 2018 р. на 141,69 % та 139,91 % відповідно та скорочення у звітному році на 9,08 % та 6,77 % відповідно. його у 2014 р. на 12,03 % та 9,98 % відповідно. Майже однаковими темпами збільшувалось значення цих показників впродовж аналізованого періоду: у 2015 р. на 45,42 % і 41,15 %; у 2018 р. на 28,96 % і 28,04 %; у 2016 р. на 27,70 % і 31,62 %; значно зменшились темпи зростання у 2017 р. на 0,93 % і 0,86 % відповідно. Незначне скорочення помітне у 2019 р. щодо попереднього року: на 9,08 % і 6,77 % відповідно. та стрімке зростання у 2016 р. на 39,23 % і 35,80 % відповідно. За аналізованого періоду як обсяг товарної продукції так і обсяг реалізованої продукції зростали значними і майже однаковими темпами: на 21743 тис. грн або на 119,73 % та на 22702,7 тис. грн або на 123,66 %.

На підприємстві швейної галузі, за увесь аналізований період, темпи зміни обсягу реалізованої продукції були дещо вищими за темпи зростання обсягу товарної продукції. Однак, якщо оцінювати темпи змін у щорічному розрізі, то лише у 2016 р. зростання відбулося на користь реалізованих швейних виробів, що вказує на те, що у цей період приватне підприємство вдало організувало збутовий процес і спромоглося не лише продати увесь випущений верхній одяг, але і реалізувати залишки нереалізованої продукції минулих років. Це досить важливо для швейної фабрики, адже на попит на її продукцію впливає і мода: споживачі досить неохоче купують застарілі зразки одягу, тому менеджменту суб'єкта підприємництва варто звертати на це увагу.

Виробнича діяльність підприємства з виробництва швейних виробів залежить від його забезпеченості персоналом, основними фондами та матеріальними ресурсами, які узагальнено у категорії «ресурсний потенціал». Ефективність його використання значною мірою впливає на



результати виробничої діяльності швейної фабрики. Тому проведемо діагностування впливу ефективності використання ресурсного потенціалу на результати виробничої діяльності швейного підприємства.

Головним чинником ефективної роботи будь-якого підприємства є ефективне використання персоналу, яке оцінюють за допомогою продуктивності праці. Загальний вплив її основних складових на результат виробничої діяльності досліджують за формулою (1):

$$ТП = ЧР \cdot Дпл \cdot Тпл \cdot ГВр.пл, \quad (1)$$

де ТП – товарна продукція;

ЧР – чисельність робітників;

Дпл – кількість днів;

Тпл – середня тривалість робочого дня;

ГВр.пл – середньогодинна продуктивність праці одного робітника

Проведемо факторний аналіз ефективності використання персоналу за даними таблиць з 2 до 4 [10].

Таблиця 2

#### Факторний аналіз ефективності використання персоналу швейного підприємства

Показник	Минулий період за роками					Звітний період:	
	2014	2015	2016	2017	2018	за планом	фактично
Товарна продукція, тис. грн	18160	26408,1	33722	34034,2	43890	45000	39903
Чисельність робітників, осіб	220	298	300	298	295	300	290
Кількість днів, відпрацьованих одним робітником	1,02	0,74	0,75	0,76	0,77	0,74	0,58
Середня тривалість робочого дня, год	7,16	7,18	7,52	7,64	7,45	8,00	7,60
Середньогодинна продуктивність праці одного робітника, грн	11,32	16,57	19,93	19,71	25,84	25,45	31,25

Таблиця 3

#### Динаміка показників ефективності використання персоналу швейного підприємства

Показник	Абсолютне відхилення за роками					
	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	за планом
Товарна продукція, тис. грн	8248,1	7313,9	312,2	9855,8	-3987	-5097
Чисельність робітників, осіб	78	2	-2	-3	-5	-10
Кількість днів, відпрацьованих одним робітником	-0,27	0,01	0,01	0,01	-0,19	-0,16
Середня тривалість робочого дня, год	0,02	0,34	0,12	-0,19	0,15	-0,40
Середньогодинна продуктивність праці одного робітника, грн	5,24	3,36	-0,22	6,13	5,41	5,80

Таблиця 4

#### Аналіз впливу факторів ефективності використання персоналу на результати швейного підприємства

Показник	Вплив факторів за роками:					
	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	за планом
Товарна продукція, тис. грн	8248,10	7313,90	312,20	9855,80	-3987,00	-5097,00
Чисельність робітників, осіб	6438,55	177,24	-224,81	-342,63	-743,90	-1500,00
Кількість днів, відпрацьованих одним робітником	-6600,69	179,63	374,69	643,81	-10806,1	-9291,86
Середня тривалість робочого дня, год	50,27	1267,42	540,51	-853,89	651,14	-1710,41
Середньогодинна продуктивність праці одного робітника, грн	8359,97	5689,61	-378,18	10408,50	6911,86	7405,26

За даними таблиці 4, у звітному році порівняно з попереднім, обсяг виробництва скоротився на 3987 тис. грн за рахунок:

1) зменшення числа робітників на п'ять осіб призвело до скорочення обсягу товарної продукції на 743,90 тис. грн;

2) зменшення кількості відпрацьованих одним робітником днів на 0,19 тис. днів спричинило скорочення обсягу виробництва на 10806,10 тис. грн;

3) збільшення тривалості робочого дня на 0,15 год призвело до зростання обсягів виробництва швейних виробів на 651,14 тис. грн;

4) зростання середньогодинного виробітку одного робітника на 5,41 грн дозволило додатково випустити іншого швейних виробів на 6911,86 тис. грн.

Отже, резервами майбутнього зростання обсягу товарної продукції з виробництва швейних виробів є зростання чисельності робітників та оптимізації кількості відпрацьованих одним робітником днів на швейному підприємстві.

Досить важливою складовою виробничого процесу є наявність виробничих запасів на швейному підприємстві. Ефективність використання матеріальних ресурсів швейної фабрики оцінюють за матеріаловіддачею (таблиці 5 і 6) [10]. На основі даних цієї таблиці можна провести факторний аналіз за моделлю:

$$V = M \cdot M_b, \quad (2)$$

де  $V$  – обсяг випуску продукції, грн;

$M$  – сума матеріальних ресурсів на виробництво продукції, грн;

$M_b$  – матеріаловіддача (або вихід продукції з одиниці матеріалу), грн.

Таблиця 5

#### Ефективність використання матеріальних ресурсів швейного підприємства

Показник	Рік						Темпи змін за роками, %					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2019-2014
Товарна продукція, тис. грн	18160	26408,1	33722	34034,2	43890	39903	145,42	127,70	100,93	128,96	90,92	219,73
Матеріальні витрати, тис. грн	1883	3202	4258	2828	5378	5678	170,05	132,98	66,42	190,17	105,58	301,54
Матеріаловіддача, грн	9,64	8,25	7,92	12,03	8,16	7,03	85,52	96,03	151,96	67,81	86,11	72,87

За даними таблиці 5 розмір матеріальних витрат з року в рік коливається: зростає з 2014 р. по 2015 р. на 70,05 %, з 2015 р. по 2016 р. на 32,98 %, далі скорочується у 2017 р. на 33,58 %, а потім знов зростає на 90,17 % у 2018 р. та на 5,58 % у звітному році. На протигагу цій зміні матеріаловіддача має дещо іншу тенденцію: вона зростає лише у 2017 р. на 51,96 %, а в усі інші періоди скорочується на 14,48 % у 2015 р., на 3,97 % у 2016 р., на 32,19 % у 2018 р. та на 13,89 % у 2019 р. Впродовж аналізованого періоду рівень матеріаловіддачі скоротився на 27,13 %. Все це вказує на погіршення ефективності використання матеріальних ресурсів швейної фабрики. Тому, за моделлю (2) слід виміряти вплив факторів на зміну обсягу товарної продукції (таблиця 6) [10].

Таблиця 6

#### Факторний аналіз ефективності використання матеріальних ресурсів швейного підприємства

Показник	Абсолютне відхилення за роками, %					Вплив факторів за роками:				
	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2015	2016	2017	2018	2019
Товарна продукція, тис. грн	8248,1	7313,9	312,2	9855,8	-3987	8248,1	7313,9	312,2	9855,8	-3987
Матеріальні витрати, тис. грн	1319	1056	-1430	2550	300	12720,7	8709	-11325,1	30688,6	2448
Матеріаловіддача, грн	-1,40	-0,33	4,12	-3,87	-1,13	-4472,6	-1395	11637,3	-20833	-6435

Дані таблиці 6 свідчать, що фактичний обсяг товарної продукції проти минулорічного зменшився на 3987 тис. грн, при цьому темп скорочення становив 9,08 %. Цій ситуації сприяла дія наступних факторів:

а) зростання суми матеріальних витрат на 300 тис. грн сприяло збільшенню обсягу виробництва швейної продукції на 2448,31 тис. грн;

б) зниження рівня матеріаловіддачі на одиницю продукції на 1,13 грн призвело до спаду обсягу випуску швейних виробів на 6435,31 тис. грн.

Отже, резервом зростання обсягів виробництва швейних виробів є збільшення матеріаловіддачі.

Досить важливим фактором збільшення обсягів виробництва швейних виробів є забезпеченість суб'єкта підприємництва основними фондами в необхідній кількості за певними видами та ефективніше їх використання (таблиця 7) [10].

З даних таблиці 7 видно, що на швейному підприємстві фондовіддача і машинівіддача мають високі значення. Їх розмір скорочується з 2014 р. по 2017 р., а далі зростає впродовж останніх трьох років. Поряд з цим значення фондоозброєності стрімко зростає, однак у звітному році порівняно з попереднім скорочується. Це вказує на те, що в останні роки на швейній фабриці дещо покращується ефективність використання основних фондів. Проте ефективність використання

засобів праці за рахунок кращого використання праці працівників швейного підприємства зменшується у звітному році.

Таблиця 7

### Динаміка показників ефективності використання основних фондів

Показники	Рік						Темпи приросту за роками, %					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2019-2014
Обсяг випуску продукції, тис. грн	18160	26408,1	33722	34034,2	43890	39903	45,42	27,70	0,93	28,96	-9,08	119,73
Вартість основних виробничих фондів, тис. грн	3050	4510	6125	7213	7383	5567,9	47,87	35,81	17,76	2,36	-24,58	82,55
Вартість активної частини основних фондів, тис. грн	1513	3224	4199	5289	5385	3126	113,09	30,24	25,96	1,82	-41,95	106,61
Чисельність персоналу, осіб	235	324	315	307	304	299	37,87	-2,78	-2,54	-0,98	-1,64	27,23
Чисельність робітників, осіб	220	298	300	298	295	290	35,45	0,67	-0,67	-1,01	-1,69	31,82
Питома вага активної частини основних фондів, %	49,61	71,49	68,56	73,33	72,94	56,14	44,11	-4,10	6,96	-0,53	-23,03	13,18
Фондовіддача, грн	5,95	5,86	5,51	4,72	5,94	7,17	-1,66	-5,97	-14,30	25,99	20,55	20,36
Машиновіддача, грн	12,00	8,19	8,03	6,43	8,15	12,76	-31,76	-1,96	-19,87	26,66	56,62	6,35
Фондоозброність загальна, тис. грн/особу	12,98	13,92	19,44	23,50	24,29	18,62	7,25	39,69	20,83	3,37	-23,32	43,48
Фондоозброність технічна, тис. грн/особу	6,88	10,82	14,00	17,75	18,25	10,78	57,31	29,37	26,80	2,85	-40,95	56,74

Далі проведемо факторний аналіз на основі даних, наведених у таблиці 8 [10]. Визначимо причини зниження звітного річного обсягу виробництва порівняно з попереднім роком на основі ефективності праці.

Таблиця 8

### Зміна показників ефективності використання основних фондів

Показник	Абсолютне відхилення за роками:						Вплив факторів за роками:					
	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2019-2014	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2018-2017	2019-2018	2019-2014
Обсяг товарної продукції, тис. грн	8248,1	7313,9	312,2	9855,8	-3987	21743	8248,10	7313,90	312,20	9855,80	-3987,0	21743,0
Вартість основних фондів, тис. грн	1460	1615	1088	170	-1815,1	2517,9	8692,98	9456,56	5990,13	802,14	-10790,3	14991,8
Фондовіддача, грн	-0,10	-0,35	-0,79	1,23	1,22	1,21	-444,88	-2142,66	-5677,93	9053,66	6803,3	6751,2

Отже, обсяг виробництва швейних виробів, у звітному порівняно з попереднім роком, зменшився на 3987 тис. грн, це відбулося за рахунок:

1) скорочення вартості основних фондів на 1815,1 тис. грн спричинило зменшення обсягу випуску на 10790,29 тис. грн;

2) зростання фондовіддачі діючого обладнання на 1,22 грн спричинило збільшення обсягу виробництва верхнього одягу на 6803,29 тис. грн.

Результати виробничої діяльності підприємства швейної галузі є досить неоднозначними, оскільки воно з 2014 р. по 2018 р. нарощує обсяги виробництва та реалізації продукції, збільшує чисельність персоналу, вартість засобів та предметів праці, покращує ефективність їх використання за одночасного зменшення валового і чистого прибутків та зростання витрат. Однак, у звітному році порівняно з попереднім відбувається поступове уповільнення результатів виробничо-збутової діяльності, скорочення чисельності персоналу, вартості основних фондів та погіршення ефективності використання засобів виробництва, трудового потенціалу та результативності роботи швейної фабрики в цілому.

Усе це потребує розробки програми покращення результатів виробничої діяльності швейної фабрики під впливом ефективності використання ресурсного потенціалу за рахунок впровадження економіко-математичного моделювання. Економіко-математичні моделі управління розвитком ресурсного потенціалу швейного підприємства дозволяють описати її виробничу

діяльність для забезпечення її безперервності та проаналізувати можливі варіанти вирішення завдань з постачання необхідних ресурсів [11].

Діагностування ресурсного потенціалу швейного підприємства здійснено на основі кількісних і якісних показників, що характеризують використання у виробничому процесі: персоналу, засобів та предметів праці. Для подальшого економетричного моделювання обрано кількісні показники, які сприятимуть зростанню обсягу товарної продукції (таблиця 9) [10].

Таблиця 9

**Динаміка обсягу товарної продукції та факторів, що впливають на його зміну**

Показник		Абсолютне значення за роками					
		2014	2015	2016	2017	2018	2019
Обсяг товарної продукції, тис. грн	Y	18160	26408,1	33722	34034,2	43890	39903
Вартість основних виробничих фондів, тис. грн	X <sub>1</sub>	3050	4510	6125	7213	7383	5567,9
Чисельність працівників, осіб	X <sub>2</sub>	235	324	315	307	304	299
Вартість матеріальних ресурсів, тис. грн	X <sub>3</sub>	1883	3202	4258	2828	5378	5678

За коефіцієнтом кореляції, суттєвий вплив на зміну обсягу товарної продукції чинить вартість матеріальних ресурсів (0,8935) і основних фондів (0,8623) та чисельність працівників (0,5804). Прямий вплив відібраних факторів вказує на те, що їх зростання призводить до нарощування обсягу виробництва швейних виробів – результативного показника. Значної залежності між відібраними факторами не існує, тому ці фактори не є мультиколінеарними.

На основі економетричного моделювання побудовано моделі зміни результату виробничої діяльності під впливом складових ресурсного потенціалу (таблиця 10) [12].

Результатом проведеного дослідження є економетричні з (1) по (7) та трендова (8) моделі обсягу товарної продукції, що побудовані на реальних даних про діяльність швейного підприємства.

За моделлю (1) сформовано показник результату виробничої діяльності суб'єкта підприємства на який впливає усі три фактори. Далі побудовано: степенева залежність (2); мультиплікативна виробнича функція (3); дві двох факторних моделі з (4) по (5), у яких по різному обрано сполучення обраних факторів; дві одно факторних моделі (6) та (7).

Таблиця 10

**Основні характеристики побудованих моделей зміни обсягу товарної продукції**

№ з/п	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації, R <sup>2</sup>	Критерій Фішера:		Критерій Стьюдента за параметрами:					
			розрахункове значення	табличне значення	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	табличне значення	
1	$Y_p = 6770 + 3,18X_1 - 22,73X_2 + 3,81X_3$	0,9921	84,12	19,16	7,92	0,94	6,51	1,16	4,30	
2	$Y_p = 9079 \cdot 1,0001^{x_1} \cdot 1,0007^{x_2} \cdot 1,0001^{x_3}$	0,9916	78,73	19,16	58455	116 3	57514	4378 5	4,30	
3	$Y_p = 34,66 \cdot x_1^{0,59} \cdot x_2^{-0,30} \cdot x_3^{0,42}$	0,9905	69,74	19,16	5,66	1,03	5,51	30,16	4,30	
4	$Y_p = 1661 + 2,95X_1 + 4,71X_3$	0,9887	130,78	9,55	-	8,05	7,10	0,80	3,18	
5	$Y_p = 3036 + 4,97X_3 - 55,38X_2$	0,8257	17,10	9,55		2,90	0,69	0,14	3,18	
6	$Y_p = 5440 + 4,82X_1$	0,7437	11,60	7,71		-	-	3,41	0,66	2,78
7	$Y_p = 11207 + 5,53X_3$	0,7983	15,84	7,71		-	-	3,98	1,66	2,78
8	$Y_t = 8038 + 10990t - 911t^2$	0,9663	22,03	9,55		1,84	3,10	1,48	3,18	

Порівняльна характеристика побудованих моделей зміни результату виробничої діяльності за їх основними характеристиками показала, що найкращими є моделі (1), (2), (5), (7), у яких достатньо високе значення коефіцієнта детермінації, встановлено адекватність цих моделей за критерієм Фішера та достовірність їх параметрів за критерієм Стьюдента.

Зважаючи на адекватність побудованих моделей, за усіма побудованими моделями здійснено прогнозування обсягу виробництва швейних виробів двома способами: зважаючи на трендові залежності відібраних факторів та за умови зростання на один відсоток розміру відібраних факторів. Результати прогнозування за трендовими залежностями показали поступове, а іноді і стрімке скорочення, а експертний спосіб прогнозування довів стабільне покращення результатів виробничої діяльності швейної фабрики (рисунок 2).

Зробивши припущення, про збільшення значення обраних факторів на один відсоток у найближчих два роки, нами отримано результати прогнозування, які доводять, що за усіма побудованими моделями відбулося зростання обсягу товарної продукції відповідно до його

змодельованого значення у 2019 р. та стрімкого збільшення за моделями (5) та (7), зменшення у 2020 р. та зростання у 2021 р. щодо фактичного його значення у звітному році. А саме, обсяг виробництва швейних виробів у 2020 р. щодо змодельованого його значення зріс на 448 тис. грн або на 1,07 % за моделлю (5) та на 315 тис. грн, або на 1,45 % за моделлю (7). Аналогічна тенденція властива і для 2021-го року – на 901 тис. грн або на 2,16 % за моделлю (5) та на 633 тис. грн або на 2,94 % за моделлю (7). Ще більшими темпами відбулося зростання щодо фактичного значення обсягу виробництва – на 5,79 % або на 2311 тис. грн у 2020 р. та на 6,93 % або 2764 тис. грн у 2021 р. за моделлю (6), і на 7,83 % або на 3124 тис. грн у 2020 р., та на 3442 тис. грн або на 8,63 % у 2021 р.

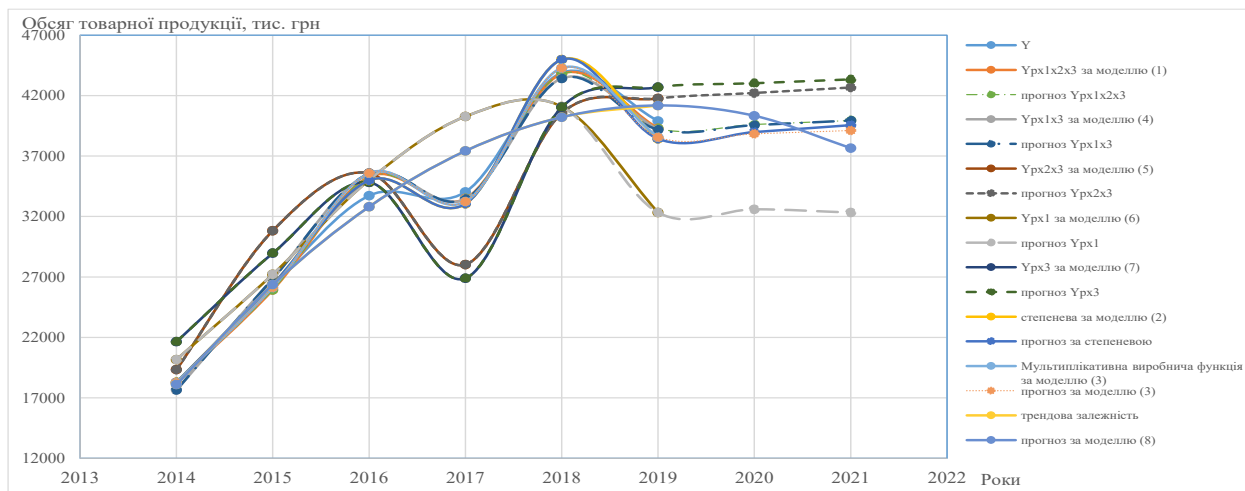


Рисунок 2. Динаміка фактичних, змодельованих та прогнозних даних обсягу товарної продукції за побудованими економетричними моделями, збільшуючи значення факторів на один відсоток

Позитивний результат прогнозування обсягу товарної продукції було отримано також при застосуванні експертного прогнозування зміни факторів за використання степеневі залежності (модель (2)) та мультиплікативної виробничої функції (модель (3)).

### ВИСНОВКИ

Отже, у результаті діагностування та застосування кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що найбільший вплив на обсяг виробництва швейних виробів здійснює чисельність персоналу та майже однаково вартість матеріальних ресурсів та основних фондів. Зростання останніх та обґрунтоване скорочення чисельності персоналу дозволить покращити результат виробничої діяльності швейного підприємства.

### REFERENCES

1. Finansove zabezpechennia rozvytku pidpryiemstv [Tekst] : monohrafiia / [I. O. Blank, L. O. Lihonenko, N. M. Huliiava ta in.]; za red. : I. O. Blank ; Kyiv. nats. torh.- ekon. un-t. - K. : Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t, 2011. - 343 s.
2. Voronkova A.E. Diahnostyka stanu pidpryiemstva: teoriia i praktyka: monohrafiia [Tekst] / A.E. Voronkova. - Kharkiv : Vyd-vo "INZhEK", 2008. - 520 s.
3. Hrechan A.P., Radionova N.I. Diahnostyka efektyvnosti diialnosti pidpryiemstv. [Elektronnyi resurs] - Rezhym dostupu: [http://www.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/vsunu/2011\\_10\\_1/Grechina.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/vsunu/2011_10_1/Grechina.pdf)
4. Ekonomichniy analiz: Navch. posibnyk [Tekst] / M.A. Boliukh, V.Z. Burchevskiyi, M. I. Horbatok; Za red. akad. NANU, prof. M. H. Chumachenka. - K.: KNEU, 2001. - 540 s.
5. Mnykh Ye.V. Ekonomichniy analiz: pidruchnyk / Ye.V. Mnykh. - K.: Znannia, 2011. - 630 s.
6. Kosianchuk T.F. Rezultatyvnist diialnosti pidpryiemstva ta yii diahnostyka. [Tekst] / T. F. Kosianchuk, Yu.H. Halkina. - Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu, 2009. - № 3. - T. 1. - S. 121-124.
7. Mitsenko N.H., Kulai S.M. Diahnostyka stanu hospodarskoi diialnosti pidpryiemstva. [Elektronnyi resurs] - Rezhym dostupu: [http://www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/nvntu/20\\_5/223\\_Micenko\\_20\\_5.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvntu/20_5/223_Micenko_20_5.pdf)
8. Turylo A.M. Otsinka rezultatyvnosti efektyvnosti produktyvnosti i zbytkovosti pidpryiemstva. [Tekst] Monohrafiia. / A.M. Turylo, A.A. Turylo - Kryvyi Rih: Etiud-Servis, 2010. - 196 s.
9. Shvydanenko H.O., Oleksiuk O.I. - Suchasni tekhnologii diahnostyky finansovo-ekonomichnoi diialnosti pidpryiemstva: Monohrafiia [Tekst] - Kyiv.: KNEU, 2002. - 257 s.
10. Ofitsiina informatsiia pro PrAT «Khmilnytska shveina fabryka «Lileia» // [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: <https://smida.gov.ua/db/prof/00308637>
11. Bersutskiyi A.Ia. Modeli pryiniattia rishen z upravlinnia rozvytkom resursnoho potentsialu pidpryiemstva : avtoref. dys. ...d.e.n. : spets. 08.00.11 «Matematychni metody, modeli ta informatsiini tekhnologii v ekonomitsi» / A. Ya. Bersutskiyi. - Donetsk. - 2010. - 33 s.

---

12. Proskurovych O. V. Modeliuvannia vplyvu resursnoho potentsialu na rezultaty vyrobnychoi diialnosti shveinoho pidpriemstva / O. V. Proskurovych, A. S. Aleksiiuchuk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu: Serii «Ekonomichni nauky» – 2020. – № 4. – T.1 – S. 153–159

## DIAGNOSIS OF THE RESULT OF A SEWING ENTERPRISE PRODUCTION ACTIVITY

TETIANA ZAVHORODNIA <sup>1</sup>, OKSANA PROSKUROVYCH <sup>2</sup>, KATERYNA GORBATIUK <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khmelnytskyi National University

<sup>2</sup> Khmelnytskyi National University

<sup>3</sup> Khmelnytskyi National University

*In the scientific article, the process of diagnosing the production activity result of a sewing enterprise is investigated. An assessment of the state of production and marketing activities of a sewing enterprise based on the dynamics of the volume of marketable and sold products. The factor analysis of the efficiency of resources using (number of human resources, cost of materials and fixed assets) on an enterprise of sewing branch is carried out. Econometric modeling and forecasting of the production activity results, concerning the change of the basic components of resource potential of a sewing enterprise, are applied. Several econometric and one trend models, which describe the change of the volume of marketable products on a sewing factory, have been built. In addition to linear dependences, the power and multiplicative production function of changing the production activity result is formed. All constructed models have a high value of the coefficient of determination, which indicates a significant share of the influence of selected factors on the performance indicator. At the same time, they are adequate, so they can be used for forecasting the volume of marketable products. The results of modeling and further forecasting proved that the best models are the three-factor model, power model, two-factor model built on the impact of staff and cost of material resources, and one-factor relationship between product volume and cost of materials. These models have a sufficiently high value of the coefficient of determination, the lowest value of the standard error, and the adequacy of these models according to Fisher's criterion and the reliability of their parameters according to Student's criterion.*

*Keywords: diagnosis, factor analysis, result of production activity, volume of marketable products, number of human resources, cost of fixed assets, cost of material resources, econometric modeling, forecasting, multiplicative production function, power and trend dependences.*

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ІНДИКАТОРІВ ТА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ АКЦІОНЕРНИХ ТОВАРИСТВ

НІНА ПОЙДА-НОСИК

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5378-8028>

e-mail: ninapn74@gmail.com

*В статті обґрунтовано систему індикаторів та розроблено методичний підхід, на основі якого визначено рівень фінансової безпеки акціонерних товариств України. Підхід ґрунтується на використанні штучних нейронних мереж та вирізняється можливістю врахування змін умов функціонування акціонерних товариств через зміни вхідних параметрів, що надає змогу прогнозувати рівень фінансової безпеки акціонерних товариств в умовах невизначеності. Оцінювання рівня фінансової безпеки акціонерного товариства базується на показниках, які характеризують фінансовий стан, якість корпоративного управління та ринкову позицію компанії. Методичний підхід передбачає розрахунок інтегрального показника та визначення рівнів фінансової безпеки (дуже високий, високий, прийнятний, критичний, надкритичний), що дало можливість порівняти та ранжувати компанії за рівнем фінансової безпеки і визначити ефективність їх системи фінансової безпеки.*

*Ключові слова:* фінансова безпека, акціонерні товариства, індикатори фінансової безпеки, штучні нейронні мережі.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-7

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Необхідною умовою формування системи фінансової безпеки (ФБ) акціонерних товариств (АТ) є розробка індикаторів та показників, що дозволяють об'єктивно оцінювати рівень ризиків і загроз. На сьогоднішній день вимірювання та оцінка рівня ФБ компанії - наріжний камінь загальної системи управління ефективністю, і саме тут багато практиків та науковців зустрічають більшість труднощів. На перший погляд, тут немає нічого складного, адже існує фінансова та управлінська звітність, на основі яких можна формулювати завдання і контролювати їх виконання. Однак, на практиці, з даних бухгалтерського та управлінського обліку часто неможливо отримати необхідну інформацію. Навіть якщо інформація доступна, вона часто не дає відповіді на питання про істинні причини тієї чи іншої проблеми і шляхи виправлення ситуації [1]. Наявною є неоднозначність щодо окремих теоретичних, методичних та аналітичних підходів до оцінки рівня фінансової безпеки компаній в умовах динамічної зміни зовнішнього середовища, що ініціює необхідність узгодження наявних наукових позицій щодо індикаторів оцінки фінансової безпеки, їх порогових значень та удосконалення методики оцінювання.

### ОГЛЯД ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Аналіз результатів наукових досліджень у праці [2] показав, що на сьогодні немає чітких рекомендацій щодо оцінки рівня фінансової безпеки суб'єкта підприємництва. Загальновідомі підходи до оцінки економічної безпеки підприємства (ЕБП) часто переводяться в площину фінансової безпеки як основної складової ЕБП з відповідними інтерпретаціями. В економічній літературі науковці виділяють ряд підходів до кількісної оцінки рівня ФБ підприємства - це індикаторний, ресурсно-функціональний, інтегральний, ранговий. У рамках виділених підходів найчастіше використовуються такі поширені методи оцінки: експертні; методи оптимізації; багатовимірний статистичний аналіз; теоретико-ігрові методи; екстраполяція (параметричних залежностей, тимчасових тенденцій); структурно-аналітичні методи (моделювання, ієрархічна декомпозиція, морфологічний аналіз, матричний метод, мережевий аналіз, таксономічний аналіз, побудова семантичного диференціалу, побудова профілю середовища, складання сценарію); комплексна оцінка загроз (інтегральна оцінка ризику, оцінка ефективності захисних заходів); комплексна оцінка економічного та фінансового потенціалу; багатofакторні дискримінантні моделі та інші інтегральні методи, які часто застосовуються для оцінки фінансово-економічного стану підприємства загалом.

Особливої популярності в останні роки набула теорія штучних нейронних мереж (нейромереж). На сьогодні, нейронні мережі вважаються багатьма науковцями одним з найбільш відомих та ефективних інструментів інтелектуального аналізу даних. Так, застосування нейронних мереж можна знайти у працях Kuan C., White H., Swanson N. та інших науковців щодо прогнозування фінансових ринків. Garcia R., Genfay R., Qi M. i Madala G. обґрунтували корисність нейронних мереж для аналізу трендів на фондовому ринку, а Jorion P. - для прогнозування

валютного курсу. Вітчизняні науковці Н.Я.Савка, О.Ф.Івашина, І.І.Стрельченко, А.Б.Миколайчук застосовували їх для прогнозування рівня фінансової безпеки держави та окремих її складових (податкової, боргової, у розрізі рівнів – регіону). На рівні суб'єктів підприємництва досі залишається незавершеним вивчення питань застосування нейронних мереж для аналізу та прогнозування рівня фінансової безпеки [3].

Метою статті є обґрунтування вибору індикаторів та методичного підходу до оцінки фінансової безпеки акціонерних товариств на основі застосування штучних нейронних мереж.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### Обґрунтування вибору індикаторів оцінки рівня фінансової безпеки компаній

Оцінка переваг та недоліків існуючих методичних підходів до оцінки рівня фінансової безпеки дозволяє говорити про необхідність застосування *системно-цільового* підходу. Такий підхід повинен базуватися на оцінці рівня досягнення стратегічно важливих фінансових цілей (максимізація чистого грошового потоку, ринкової вартості підприємства, узгодженість основних фінансових інтересів учасників) та передбачає коригування фінансової стратегії розвитку відповідно до рівня фінансової безпеки. Необхідність розробки такого підходу підтверджує той факт, що протягом останнього десятиріччя серед дослідників проблем метрології фінансової безпеки підприємства вирізнявся так званий *вартісний* підхід, який дозволяє здійснювати оцінку з позиції можливості нарощувати капіталізацію підприємства, збільшувати його ринкову вартість. Вартісний підхід до управління фінансовою безпекою підприємства сформувався у межах погляду на підприємство як особливий інвестиційний товар, який володіє корисністю та вартістю для інвесторів.

Виходячи з цього, безперечною ознакою фінансової безпеки підприємства є розмір його вартості. Ключовою метою управління фінансовою безпекою підприємства в межах цього підходу є максимізація вартості компанії, а особливістю застосування - бачення перспектив розвитку як ознаки управління її майбутнім.

Для оцінки рівня досягнення стратегічних цілей відповідно до стратегічно-цільового підходу необхідно визначитися з індикаторами фінансової безпеки. Варто зауважити, що у наукових джерелах при обґрунтуванні підходів до визначення системи індикаторів різних видів безпеки часто присутня неоднозначність у розумінні термінів «показник» та «індикатор». Так, у словнику термінів та визначень недержавної системи безпеки України [4] індикаторами фінансової безпеки суб'єкта господарювання вважаються показники, які відображають кількісний і якісний стан фінансових ресурсів суб'єкта господарювання у їх статичні та динамічні, а показниками безпеки – кількісні та якісні величини, якими характеризується стан безпеки об'єкта. Із таких визначень важко відслідкувати взаємну підпорядкованість термінів, швидше їх ідентичність і синонімічність. У той же час, окремі науковці (як-от, [5]) намагаються представити поняття «показник» ширше поняття «індикатор» і підпорядковують множині індикаторів множині показників фінансової безпеки.

За визначенням економічного словника [6] показник – це величина, вимірювач, який дозволяє говорити про стан об'єкта. Також цей термін часто трактують як ознаку чогось, результат досягнення чогось. Деякі корективи у розуміння відмінностей між термінами вносить визначення терміну «індикатор», яке дається в економічній енциклопедії за редакцією С.В. Мочерного - це «цифровий показник зміни економічної величини, що використовується для обґрунтування економічної політики...» [7, с.652]. Тобто мова йде не про стан, а про зміну показника. Таким чином, індикаторами є несприятливі (або сприятливі) зміни вибраних для аналізу показників щодо стану об'єкта. Саме таке тлумачення закладено в основу побудови методичних підходів надалі у роботі.

При дослідженні показників, зміна яких потенційно може слугувати індикатором ФБ АТ, виникла необхідність створення адекватної інформаційної бази, на основі якої можна вибудовувати процеси управління фінансовою безпекою та ефективністю бізнесу. При цьому слід враховувати рівень моделювання системи ФБ. Якщо система ФБ АТ будується на рівні держави (галузі, регіону), то основу інформаційного забезпечення складуть відкриті дані державних реєстрів, аналітичних систем, акти нормативно-правового забезпечення, дані галузевих об'єднань, укрупнені звітні дані регуляторів та фондових бірж.

Якщо система ФБ будується всередині компанії, то основою інформаційного забезпечення буде внутрішньокорпоративна інформація, дані управлінського обліку та організаційно-методичне забезпечення управлінського процесу. Для цього необхідна наявність трьох елементів: 1) набір ключових показників ефективності (КПЕ) та процеси й інформація, які забезпечують їх вимірювання і відстеження; 2) механізм визначення цільових значень КПЕ; 3) процес управління -



ітеративний процес постановки завдань, планування роботи та оцінки результатів. Зазвичай, така інформація складає комерційну таємницю і є доступною тільки для внутрішнього використання.

Ключові показники ефективності управління (КПЕ, англ. KPI) у багатьох джерелах трактується як обмежений набір основних параметрів, які використовуються для відстеження та діагностики результатів діяльності компанії з метою прийняття на їх основі управлінських рішень та повинні відображати всю найбільш важливу інформацію для управління бізнесом. Якщо врахувати, що результати будь-яких управлінських рішень знаходять відображення у фінансових потоках компанії, то динаміка зміни КПЕ може слугувати індикаторами і ФБ також.

У праці [1] розкрито загальні основи розробки системи КПЕ в системі ФБ АТ. Зокрема, акцентовано, що у практиці компаній використовуються два підходи до формування системи КПЕ: підхід, заснований на фінансових параметрах, і підхід, заснований на факторах успіху використовуваної стратегії або моделі бізнесу. У першому випадку система КПЕ будується на основі дезагрегації ключових фінансових показників діяльності компанії та закріплення відповідальності за окремі елементи за організаційними підрозділами нижчого рівня. Подібний підхід забезпечує чітку орієнтацію на фінансовий результат, але це ж може зумовити і його обмеженість. У ряді випадків він може бути доповнений або замінений підходом, заснованим на визначенні основних факторів успіху обраної моделі або стратегії бізнесу. Для цих факторів визначаються індикатори, на основі яких і будуються КПЕ. Проблема даного підходу полягає в тому, що іноді його складно безпосередньо пов'язати з фінансовим результатом, як, втім, може бути складно пов'язати значення індикаторів і фактори успіху чи ризику, які вони покликані відстежувати.

Щоб сформувавши набір КПЕ, які забезпечать не тільки вичерпну картину того, що відбувається в компанії, але і дозволять забезпечити ФБ та реалізувати фінансову стратегію, визначену власниками, потрібно: 1) визначитися з тим, який КПЕ найточніше описує головну стратегічну мету компанії; 2) провести декомпозицію його до рівня окремих підрозділів.

Варто зауважити, що на практиці доволі часто зустрічаються ситуації, коли власники підприємства та топ-менеджери мають діаметрально протилежні позиції щодо оцінки поточних досягнень і подальших перспектив розвитку бізнесу. При цьому, якщо для менеджерів зазвичай основним показником успіху компанії є здобутки в операційній діяльності (від яких залежать їхні бонуси), то для власників бізнесу важливим є ще й ринкова капіталізація компанії, причому не тільки в поточному періоді, але і на стратегічну перспективу. Як наголошують фахівці McKinsey & Company, "всі компанії, акції яких вільно обертаються на ринку цінних паперів, неминуче стикаються з необхідністю створення вартості для своїх акціонерів» [8]. І для менеджерів у сучасних умовах питання повинно полягати не в тому, чи потрібно створювати вартість, а власне, як її потрібно створювати. Тому, для досягнення компромісу, на думку Л.І.Льїної, поточна ситуація «вимагає вибору таких організаційно-функціональних форм управління грошовими потоками, які б максимально повно враховували інтереси власника і не спотворювалися б суб'єктивними рішеннями виконавчої (фінансової) влади» [9].

Найбільш відомими фінансовими моделями, які враховують фінансові та нефінансові фактори, і можуть бути враховані при побудові системи КПЕ та визначення стратегічної мети компанії, є:

- 1) EVA (Economic Value Added) та інші вартісні показники, розроблені компанією Stern, Stewart & Co (MVA, COV, FGV, WAI, RWA);
- 2) Моделі залишкового прибутку (Residual Income, RI) компанії McKinsey;
- 3) Модель доходності по грошовому потоку CFROI (Cash Flow Return on Investment) Бостонської консалтингової групи (BCG);
- 4) Модель доданої вартості грошового потоку (Cash Value Added, CVA) та її модифікована модель (MCVA);
- 5) Модель CerTIVVA (Certification, Testing, Inspection & Verification – Value Added) – «формування доданої вартості за рахунок виконання послуг по сертифікації, тестуванню, інспектуванню і верифікації».

Прихильники тих чи інших показників наводять різні аргументи їх переваг. Дехто обґрунтовує більшу важливість економічних критеріїв (наприклад, економічний прибуток) перед бухгалтерським результатом (прибуток на акцію). Інші намагаються знайти розумний компроміс між короткостроковими і довгостроковими результатами. Однак, досконалих показників результативності просто не існує.

Вибір і обґрунтування показників та індикаторів ФБ компанії зазвичай представляє собою складну процедуру у силу їх неоднорідності, і тут, як правило, суб'єктивізм оцінок може значно

спотворити кінцевий результат. Тому інструментарій управління фінансовою безпекою АТ повинен враховувати взаємозв'язки неоднорідних показників, усувати суб'єктивізм оцінок, виявляти найбільш значущі фактори впливу. У той же час порівняння показників, що мають різну сутність і призначення, може ускладнити процес оцінки, особливо, коли частина з них використовується в стратегічному аналізі, частина в короткостроковій перспективі.

Основними параметрами, які повинні лежати в основі побудови системи індикаторів фінансової безпеки, є фінансова рівновага суб'єкта підприємництва, його стійкість до негативних впливів фінансового середовища, здатність до збереження та нарощення фінансового потенціалу з метою стабільного розвитку у майбутньому. Основними критеріями при цьому визначено: стабільний фінансовий стан, узгодженість фінансових інтересів учасників, зростання ринкової вартості підприємства. Таким чином, система КПЕ для оцінки ефективності системи ФБ АТ повинна охоплювати чотири проєкції:

- 1) проєкція фінансової стійкості і рівноваги;
- 2) проєкція ліквідності;
- 3) проєкція рентабельності;
- 4) проєкція збалансованості росту бізнесу та зростання його вартості.

Виходячи з цих критеріїв необхідно вибрати перелік показників-індикаторів, які: 1) доступні для аналізу із загальнодоступних інформаційних джерел; 2) враховують допустиме викривлення фінансової звітності та обмеженість наявної для прийняття рішень інформації; 3) враховують як кількісні, так і якісні фактори впливу; 4) є кількісним виразом зовнішніх і внутрішніх загроз; 5) відображають специфіку діяльності компанії та можуть змінюватися з часом; 6) не повинні дублювати один одного; 7) відповідають вимогам співставності та підпорядкованості.

Виконання вимог співставності та підпорядкованості досягається, якщо значення відібраних показників для конкретного АТ можна порівнювати із: а) загальноприйнятими нормами і стандартами; б) аналогічними даними за попередні роки для вивчення тенденцій поліпшення або погіршення рівня фінансової безпеки; в) аналогічними даними інших суб'єктів ринку, що дозволяє виявити його можливості; г) різними, неоднорідними показниками аналізованого підприємства всередині того ж часового інтервалу.

Вибрані показники повинні бути спроможними до застосування для широкого кола суб'єктів ринку. Це необхідно для того, щоб, по-перше, проводити міжкорпоративні порівняння, для цього компанії повинні бути уніфіковані з точки зору переліку показників та визначення їх нормативних значень. По-друге, не всі акціонери-інсайдери, і тим більше аутсайдери, володіють повною інформацією про дивідендну політику фірми. В умовах нерівності доступності та підвищеного рівня асиметрії в інформаційному забезпеченні для оцінки балансу інтересів необхідно мати можливість скористатися відкритою фінансовою звітністю.

По факту, завдання полягає у тому, щоб вибудувати числову систему показників, яка відобразить всі необхідні вхідні параметри для оцінки рівня фінансової безпеки компанії і прийняття рішень на перспективу на основі застосування штучних нейронних мереж.

Система індикаторів повинна бути побудована у трьох проєкціях (виходячи з критеріїв) – 1) стабільний фінансовий стан, 2) узгодженість фінансових інтересів учасників, 3) зростання ринкової вартості підприємства.

В якості індикаторів для оцінки *стабільності фінансового стану* вибрано наступний набір показників:

1) показники фінансової стійкості – характеризують залежність від кредиторів та відображають ефективність структури капіталу. До цієї групи включено традиційні показники: коефіцієнт фінансової незалежності, коефіцієнт фінансової стійкості, фінансовий ліверідж, коефіцієнт забезпечення власними коштами та коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом;

2) показники ліквідності – відображають наявність і достатність ліквідних активів для покриття зобов'язань, та відповідно відображають рівень платоспроможності підприємства. Це коефіцієнти покриття, швидкої ліквідності та абсолютної ліквідності;

3) показники ділової активності – відображають ефективність управління оборотними активами та поточними зобов'язаннями. До цієї групи віднесено показники оборотності оборотних активів, запасів, дебіторської та кредиторської заборгованості, а також позичкового капіталу;

4) показники рентабельності – особливо важлива для акціонерів група показників, які показують віддачу від авансованого капіталу. Серед вибраних показників – рентабельність

продажу, розрахована на основі валового, операційного та чистого прибутків, рентабельність активів, власного капіталу та продукції.

В якості основних показників *балансу інтересів* приймемо такі показники, які відображають економічне зростання і розмір компанії: чистий дохід від реалізації (ЧД), прибуток від операційної діяльності (ЕВІТ), фінансовий результат від звичайної діяльності (ЕВІТДА), чистий прибуток (ЧП), операційний Cash-flow (CF), сукупні активи (СА) і власний капітал (Д). При цьому важливою з точки зору ризиків і загроз є саме динаміка зміни цих показників – збільшення чи зменшення та наскільки суттєвою є сама зміна значення показника.

Проекція показників, які відображають *зростання ринкової вартості* акціонерного товариства, на нашу думку, повинна включати такі показники, які відображають зростання добробуту власників, зокрема це ринкова ціна акцій (темپ приросту); доля на ринку основної продукції; частка акцій, які обертаються на ринку до загальної кількості емітованих акцій (free-float), дивідендна дохідність.

Саме ці кількісні показники доцільно використовувати для аналізу фінансової безпеки. По-перше, в умовах обмеженості інформації, властивій корпоративному управлінню, показники, що розглядаються, є найбільш доступними та обов'язковими до опублікування в засобах масової інформації. В деяких економічних виданнях вони використовуються для складання рейтингів підприємств. По-друге, ці показники відображають найважливіші фінансові характеристики для діючих і потенційних акціонерів. По-третє, дані показники піддаються упорядкуванню в динаміці.

Для оцінки рівня фінансової безпеки відносних та вартісних показників може виявитися недостатньо, оскільки вони відображають стан де-факто, а потенційні зміни показників, а також ризики і загрози можуть лежати у площині якісних параметрів діяльності компанії. Тому на основі експертного опитування був сформований перелік найбільш адекватних якісних індикаторів фінансової безпеки, а саме:

1) наявність ефективного менеджменту в компанії – рівень фінансової безпеки компанії значною мірою залежить від правильності управлінських рішень; цей індикатор оцінюється на основі опитування персоналу компанії та на основі оприлюднення інформації в ЗМІ;

2) регіон здійснення основної діяльності – на фінансову безпеку впливає регіон розміщення основних видів діяльності компанії з точки сприятливості ведення бізнесу (сприятлива політика місцевих органів влади, відсутність військових чи політичних ризиків, наближеність до ресурсної бази, зручність логістики, розвинена регіональна інфраструктура тощо);

3) приналежність до певної галузі – цей індикатор враховує галузеві ризики та відображає інвестиційну привабливість галузі, рівень зарегульованості з боку державних органів влади чи рівень державної підтримки у формі пільгового фінансування (субсидування) галузі;

4) диверсифікованість операційної діяльності – враховуючи, що диверсифікація є одним з методів мінімізації ризиків, то чим більш диверсифікованою є операційна діяльність, тим менше ризиків зазнати втрат одночасно від всіх видів діяльності;

5) належність до інтегрованої корпоративної структури (холдингу, концерну, кластеру) – цей індикатор нівелює ризики рейдерства з боку конкурентів, належність до корпоративної структури створює свого роду захисний бар'єр від зовнішніх ризиків, розширює можливості виходу на нові ринки та надає гарантії успішної діяльності на перспективу;

6) близькість до владних структур і можливість лобіювання інтересів – цей індикатор, по суті, нівелює ринкові ризики і створює можливості захисту інтересів власників через вплив на прийняття рішень органами влади; певною мірою пов'язаний із наступним індикатором;

7) наявність привілейованого доступу до ресурсів (фінансових, природних і т.д.) – цей індикатор може бути в тісному взаємозв'язку з індикаторами належності до інтегрованої корпоративної структури та близькості до владних структур, або впливати на фінансову безпеку незалежно від них;

8) наявність власного кодексу (принципів, правил) корпоративного управління – цей індикатор визначає внутрішні правила поведінки, які створюють корпоративну культуру;

9) рівень корпоративної культури в компанії – внутрішня корпоративна культура та корпоративні цінності лежать в основі фінансової стабільності багатьох компаній у світовій практиці; цей індикатор визначає поведінкові ризики, пов'язані з превалюванням особистих інтересів над корпоративними в окремих людей;

10) наявність чіткої фінансової стратегії розвитку, яка є складовою загальної стратегії компанії – наявність або відсутність такої стратегії та усвідомлення її цілей кожним менеджером і працівником визначає здатність компанії до розвитку;

11) кадрова політика – фінансова безпека компанії значною мірою залежить від правильно побудованої кадрової політики, ефективності мотиваційних заходів, наявності системних принципів підбору кадрів, їх навчання та розвитку.

Схематичне представлення взаємозв'язку описаних вище груп індикаторів та критеріїв ФБ наведено на рис.1.

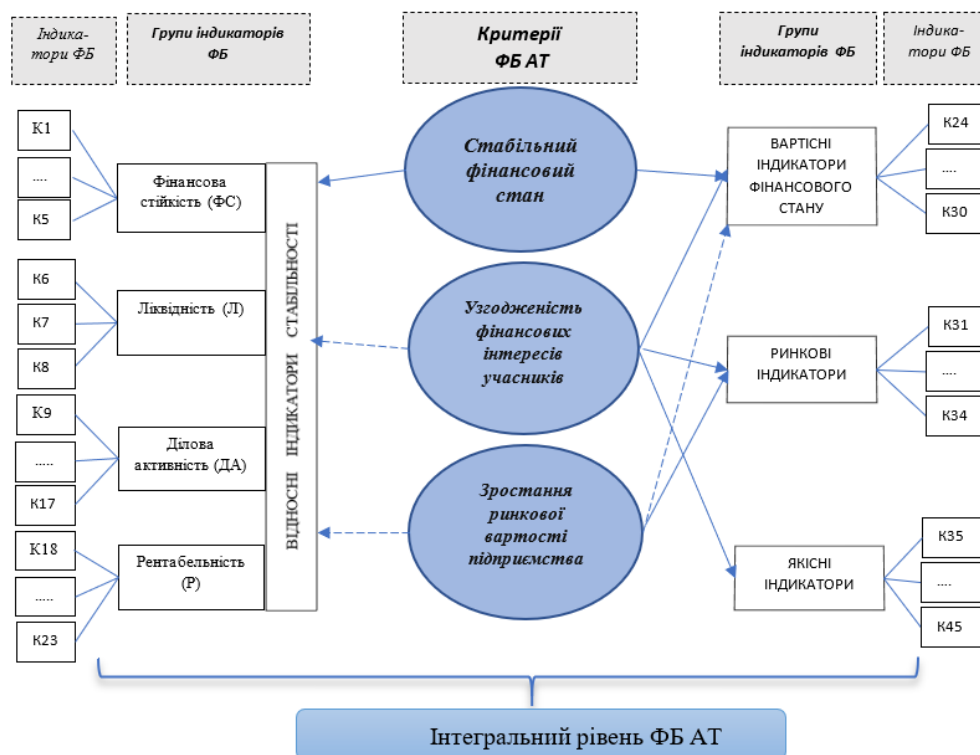


Рисунок 1. Взаємозв'язок індикаторів ФБ з критеріями забезпечення ФБ АТ\*

\*Джерело: результати власних авторських досліджень.

### Методичний підхід до оцінки рівня фінансової безпеки компаній

Для визначення рівня ФБ АТ використано метод штучних нейронних мереж. Графічно нейронну мережу для прогнозування рівня фінансової безпеки компанії можна зобразити наступним чином (рис.2).

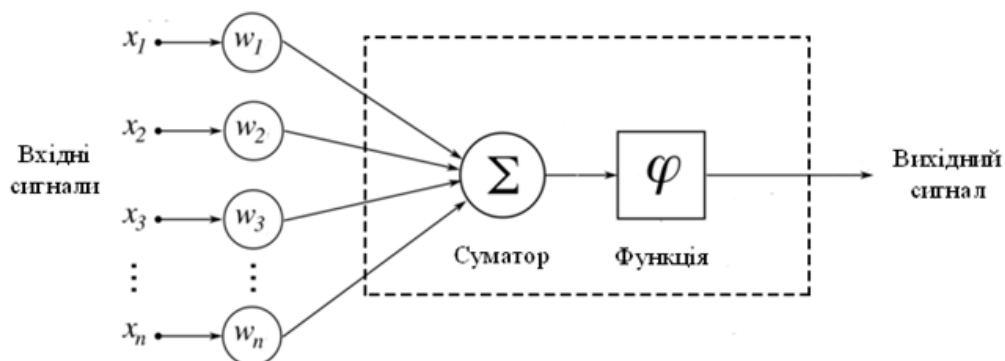


Рис. 2. Графічне зображення нейронної мережі\*

\*Джерело: сформовано за [10].

Процедура автоматизації нейронної мережі наступна. Як видно з рис. 2, під час роботи мережі до вхідних елементів подаються значення вхідних змінних що являють собою фінансові показники діяльності підприємства. Кожен показник має свою вагу  $w_i$ , яка визначається за нормативним значенням. Суматор підраховує середнє арифметичне ваг вхідних сигналів. Після чого функція активації відпрацьовує подані дані - результат проходить через певні нормативні

значення і на виході з мережі ми отримуємо значення інтегрального показника рівня фінансової безпеки АТ. В якості вхідних даних нейронної мережі мають слугувати індикатори фінансової безпеки. Весь перелік розглянутих вище індикаторів вибрано у якості вхідних параметрів для нейромережі.

Для використання нейромережевого підходу з метою визначення інтегрального рівня фінансової безпеки, необхідно кожному показнику присвоїти кодовані значення. Для цього було взято за основу нормативні значення показників (для коефіцієнтів фінансової стійкості і ліквідності), напрям зміни показника (для коефіцієнтів ділової активності, рентабельності, темпів приросту/зменшення вартісних показників, ринкових показників та якісних показників) та можливий діапазон значень (для таких коефіцієнтів, як доля на ринку та free-float). Перелік вхідних параметрів та розподіл кодованих значень нами розглянуто у праці [3].

Враховуючи, що значення множини індикаторів мали різні одиниці вимірювання, агрегування потребувало приведення їх до однієї основи, тобто попередньої нормалізації, коли вектор первинних ознак  $[x_1, x_2, \dots, x_n]$  замінюється вектором кодованих значень  $[z_1, z_2, \dots, z_n]$ . Для кожного індикатора визначено кодоване значення для нейромережі, залежно від діапазону нормативних значень та напрямку зміни в динаміці. На підставі розрахунку вхідних параметрів був визначений інтегральний показник рівня ФБ, значення якого знаходиться в діапазоні від 0 (найменше значення) до 5 (найбільше значення):

$$I_i \in [0; 5] \quad (1)$$

Виділення таких рівнів відповідає стратегічно-цільовому підходу, оскільки відображає рівень досягнення стратегічно важливих фінансових цілей та ефективності системи фінансової безпеки АТ в цілому. Трагування значення інтегрального показника представлено у табл.1.

Таблиця 1.

Градація рівнів фінансової безпеки АТ

Значення інтегрального показника ( $I_i$ )	Рівень ФБ АТ
4,01-5,00	Дуже високий
3,01-4,00	Високий
2,01-3,00	Прийнятний
1,01-2,00	Критичний
0 -1,00	Надкритичний (катастрофічний)

Для оцінки рівня досягнення фінансових цілей використано критерій бажаності Гаррінгтона. Шкала Гаррінгтона має універсальне застосування і будується від нуля до одиниці на основі експоненційної трансформації часткових показників. Виходячи зі шкали Гаррінгтона, категоризація оцінок для визначення ступеня досягнення фінансових цілей виглядає наступним чином (табл.2).

Таблиця 2

Шкала ступеня досягнення цілей (за шкалою Гаррінгтона)

Значення	Характеристика рівня досягнення фінансових цілей	Рівень ФБ корпоративного підприємства	Рівень ефективності системи ФБ
1,00-0,80	Дуже добрий	Дуже високий	Дуже високий
0,80 - 0,63	Добрий	Високий	Високий
0,63 - 0,37	Достатній	Прийнятний	Прийнятний
0,37 - 0,20	Прийнятний	Критичний	Система ФБ є неефективною
0,00-0,20	Неприйнятний	Надкритичний	

Для проведення аналізу рівня фінансової безпеки за допомогою методу штучних нейронних мереж було вибрано 5 підприємств: ПАТ «Мотор Січ», ПАТ «Укртелеком», ПАТ «Центрэнерго», ПАТ «Укрнафта», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод». Вибір саме цих підприємств базується на тому факті, що дані підприємства протягом тривалого періоду часу знаходилися в лістинговому списку фондової біржі ПФТС та акції їх складали основу індексного кошику ПФТС. Крім того, як ПАТ «Мотор Січ», ПАТ «Укртелеком», ПАТ «Центрэнерго», ПАТ «Укрнафта» входили до групи емітентів, акції яких користувалися найбільшим попитом на біржовому ринку України за обсягом виконаних біржових контрактів протягом 2015-2019 років.

ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» згідно звітів НКЦПФР займав лідируючі позиції не за обсягом, а за кількістю виконаних біржових контрактів.

Процедура дослідження показників складалася з формування вибірки даних з фінансової звітності на сайті [www.smida.gov.ua](http://www.smida.gov.ua) по кожному підприємству протягом 2008-2018 років; розрахунку тенденції зміни кількісних і якісних параметрів на основі відслідковування інформації з відкритих джерел (аналітичні огляди, відгуки, публікації, результати маркетингових досліджень, дані фондових бірж). Оцінка якісних показників здійснювалася на основі ретельного вивчення інформації про стан корпоративного управління, приміток до річної фінансової звітності, складеної відповідно до міжнародних стандартів фінансової звітності, аудиторських висновків, інформації про дивіденди та інших відомостей про емітентів. На підставі аналізу відібраних у якості індикаторів показників, були сформовані відповідні матриці кодованих значень та визначено інтегральний показник рівня фінансової безпеки для кожного акціонерного товариства.

Результати моделювання значень інтегрального показника рівня фінансової безпеки за період 2009-2018 роки досліджуваних акціонерних товариств України наведені у табл.3.

Таблиця 3

**Результати розрахунку рівня фінансової безпеки акціонерних товариств в Україні із застосуванням методу штучних нейронних мереж за період 2009-2018 роки\***

Назва та код АТ у біржовому списку	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Середньорічне значення
ПАТ «Мотор Січ» (MSICH)	4,83	4,25	3,00	4,17	3,67	3,33	4,08	2,83	4,17	2,83	3,72
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (KVBZ)	2,83	4,92	4,42	3,00	2,75	2,75	2,58	3,92	4,67	4,42	3,67
ПАТ «Укрнафта» (UNAF)	2,67	4,08	3,83	2,83	3,50	3,92	2,00	1,42	3,29	2,67	3,02
ПАТ «Укртелеком» (UTLM)	4,17	3,54	3,75	4,00	2,58	3,17	2,58	2,50	2,67	2,92	3,19
ПАТ «Центренерго» (SEEN)	1,88	4,00	2,92	3,00	2,67	2,25	2,33	3,42	4,00	4,00	3,05
Сер. знач. по групі вибірки	3,28	4,16	3,58	3,40	3,03	3,08	2,71	2,90	3,76	3,37	3,33

\*Джерело: результати власних авторських розрахунків.

Наведені дані вказують на те, що рівень фінансової безпеки досліджуваних підприємств коливався протягом 2008-2018 років. Серед досліджуваних підприємств найвище середньорічне значення рівня ФБ мало ПАТ «Мотор Січ» (3,72), а найнижче – ПАТ «Укрнафта» (3,02).

У розрізі років найнижче середнє значення інтегрального рівня ФБ по групі вибірки всіх досліджуваних АТ зафіксовано у 2015 році, а найвище – у 2010 році. Найнижчий сукупний рівень фінансової безпеки АТ у 2015 році пояснюється тим, що у попередньому, 2014 році, Україна стикнулася із найбільшими у 21-му столітті викликами, включно із економічною кризою, військовим конфліктом на Сході, анексією Криму Росією. Падіння внутрішнього попиту, втрата торгівельних зв'язків з Росією, втрата активів у Криму та у зоні військового конфлікту стало причиною не тільки пониження рівня фінансової безпеки досліджуваних акціонерних товариств, багатьох вітчизняних суб'єктів господарювання, але спричинило падіння реального ВВП, погіршення рівня фінансової безпеки держави в цілому.

За даними Інституту економічних досліджень та політичних консультацій [11], у 2014 році через імпортозаміщення на фоні різкого знецінення гривні та суперечки із Росією відбулося скорочення внутрішнього попиту, що призвело до падіння реального імпорту товарів та послуг на 22,1%. У той же час, через слабкий зовнішній попит та зупинку виробництва на Сході України зменшився реальний експорт товарів та послуг на 14,5%. Падіння доходів, зростання цін на імпортні товари (у гривневому еквіваленті, що було спричинено різким падінням курсу), обслуговування боргу та високий рівень політичної невизначеності змусили компанії призупинити інвестування в проекти модернізації. В результаті валове нагромадження основного капіталу зменшилось на близько 23%. Ці тенденції, безперечно, загострили виклики і посилили загрози ФБ АТ реального сектору економіки.

Для цілей рейтингування досліджуваних підприємств за рівнем ФБ доцільно розрахувати середньозважене значення частоти появи показника від найвищого до найнижчого рівня ФБ з урахуванням вагових коефіцієнтів важливості рівнів:

$$R = \sum_{j=1}^n w_j k_j, \quad (2)$$

де  $k_j$  - значення частоти появи показника;  $w_j$  - вагові коефіцієнти,

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1. \quad (3)$$

Розподіл вагових коефіцієнтів для визначення рейтингу наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

**Шкала рівнів ФБ АТ та вагові коефіцієнти для визначення рейтингу\***

Значення	Рівень ФБ акціонерного товариства	Ваговий коефіцієнт для визначення рейтингу
4,00-5,00	Дуже високий (ДВ)	0,4
3,00-3,99	Високий (В)	0,3
2,00-2,99	Прийнятний (П)	0,2
1,00-1,99	Критичний (К)	0,1
0,00-0,99	Надкритичний (Н)	0,0

\*Джерело: результати власних авторських досліджень.

Результати верифікації рівнів фінансової безпеки акціонерних товариств у розрізі років та частота їх досягнення протягом досліджуваного періоду наведені у таблиці 5.

Таблиця 5

**Верифікація досягнутих рівнів фінансової безпеки акціонерних товариств у 2009-2018 роках\***

Код АТ	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Частота (кількість повторень за весь період)				
											ДВ	В	П	К	Н
MSICH	ДВ	ДВ	П	ДВ	В	В	В	П	ДВ	П	4	3	3	0	0
KVBZ	П	ДВ	ДВ	П	П	П	П	ДВ	ДВ	ДВ	5	0	5	0	0
UNAF	П	В	В	П	В	В	К	К	В	П	0	5	3	2	0
UTLM	ДВ	В	В	В	П	В	П	П	П	П	1	4	5	0	0
CEEN	К	В	П	П	П	П	П	В	В	В	0	4	5	1	0

\*Джерело: складено за даними таблиць 3-4.

Таким чином, наведені вище розрахунки дозволяють стверджувати, що дуже високий рівень фінансової безпеки (ДВ) протягом досліджуваного періоду був досягнутий 4 рази у ПАТ «Мотор Січ», 5 разів у ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» та 1 раз в ПАТ «Укртелеком». Високий рівень фінансової безпеки (В) був досягнутий 5 разів у ПАТ «Укрнафта» та по 4 рази у ПАТ «Укртелеком» та ПАТ «Центренерго».

Результати рейтингування компаній на основі середньозважених значень частоти появи показника відповідного рівня ФБ з урахуванням вагових коефіцієнтів важливості рівнів наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

**Ранжування акціонерних товариств за рівнем ФБ за період 2009-2018 рр.\***

Код АТ	Вагове значення ( $w_j$ ) / Частота (кількість повторень) ( $k_j$ )					Середньозважене значення частоти з урахуванням вагових коефіцієнтів ( $R_j$ )	Рейтинг у списку
	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
	ДВ	В	П	К	Н		
MSICH	4	3	3	0	0	3,1	1
KVBZ	5	0	5	0	0	3	2
UTLM	1	4	5	0	0	2,6	3
UNAF	0	5	3	2	0	2,3	4
CEEN	0	4	5	1	0	2,3	4

\*Джерело: результати власних авторських досліджень.

Результати розрахунків вказують, що серед відібраних п'яти підприємств першу позицію в рейтингу займає ПАТ «Мотор Січ», другу - ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», третю - ПАТ

«Укртелеком» і четверту позицію ПАТ «Укрнафта» та ПАТ «Центренерго». Не зважаючи на те, що ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» мав найвищий рівень фінансової безпеки 5 разів, однак ПАТ «Мотор Січ» більш оптимальний розподіл показника частоти повторень вищих рівнів безпеки («дуже високий» і «високий») дозволив вийти у рейтингу на першу позицію.

Аналіз внутрішніх ризиків, зовнішніх загроз і викликів вказує на те, що надійний захист від них можливий лише за умови реалізації адекватного комплексного підходу щодо формування адаптивної системи ФБ та ситуаційного модулювання стратегічного фінансового розвитку.

### ВИСНОВКИ

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що оцінку рівня фінансової безпеки можливо здійснити з достатньо високою достовірністю залежно від використовуваного інструментарію. Використання економіко-математичних методів та моделей дозволить науково обґрунтувати прогнозні результати та здійснювати прогнози рівня фінансової безпеки компаній.

В роботі представлений підхід до побудови інтегрального показника рівня фінансової безпеки акціонерних товариств. Такий підхід вирізняється можливістю врахування змін умов функціонування АТ через зміни вхідних параметрів, що надає змогу прогнозувати рівень ФБ АТ в умовах невизначеності та дає можливість ранжувати компанії за рівнем ФБ і визначити ефективність їхніх систем ФБ з позиції стратегічно-цільового підходу. Отримані результати узгоджуються з економічною інтерпретацією даних щодо тенденцій економічного розвитку реального сектору в Україні та чинників загроз фінансовій безпеці компаній. Результати розрахунків можуть бути використані в системах прийняття управлінських рішень як в якості вихідної даних для подальших розрахунків, так і в якості критерію для визначення напрямків стратегічного розвитку компаній.

### REFERENCES

1. Poida-Nosyk N.N. Rozrobka kluchovykh pokaznykiv efektyvnosti systemy finansovoi bezpeky aktsionernoho tovarystva. Upravlinnia finansovo-ekonomichnoiu bezpekoiu: informatsiino-analitychne zabezpechennia ta konkurentna rozvidka: Materialy Mizhnar. nauk. konf. (m. Yalta, 30 veresnia - 6 zhovtnia 2013 r.). Kharkiv: KhNUMH, 2013. S.122-123.
2. Poida-Nosyk N. N. Finansova bezpeka aktsionerlykh tovarystv: teoretyko-metodolohichni ta praktychni aspekty systemnoho pidkhodu : monohrafiia. Chernihiv: ChNTU, 2020. 306 s.
3. Poida-Nosyk N.N., Maziutynets H.V. Zastosuvannia shtuchnykh neironnykh merezh dlia analizu rivnia finansovoi bezpeky kompanii. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: Ekonomika. 2020. Vyp. 1 (55). S. 112-117.
4. Krutov V.V., Pylypchuk V.H. Stanovlennia i rozvytok nederzhavnykh subiektiv sektoru bezpeky Ukrainy (systema bezpeky pidpriemnytstva): analit.dop. / za red. O. O. Kotelianets. Kyiv: NISD, 2011. 136 s.
5. Snishchenko R.H. Vyznachennia indyikatoriv finansovoi bezpeky Poltavskoho rehionu. Ekonomichnyi analiz. 2017. T. 27. № 3. S.213-220.
6. Zavadskyi Y.S., Osovska T.V., Yushkevych O.O. Ekonomichnyi slovnyk. Kyiv, 2006. URL : [http://library.nlu.edu.ua/POLN\\_TEXT/KNIGI/KONDOR/EKONOMIC\\_SL\\_2006.pdf](http://library.nlu.edu.ua/POLN_TEXT/KNIGI/KONDOR/EKONOMIC_SL_2006.pdf) (data zvernennia 18.06.2021 r.)
7. Ekonomichna entsyklopediia: u trokh tomakh. T. 1 / Redkol.: ...S.V. Mochernyi (vidp. red) ta in. Kyiv: Vydavnychiy tsentr «Akademiia», 2000. 864 s.
8. Kouplend T., Koller T., Murrin Dzh. Upravlenye stoymosti kompanyy. Vestnyk McKinsey. 2002. №1. S. 82-111.
9. Ylyna L. Y. Razrabotka metodolohyy fynansovoho obespecheniya razvytyia systemy potrebytelskoi kooperatsyy. URL: <http://koet.syktu.ru/vestnik/2009/2009-3/4/4.htm> (data zvernennia 18.06.2021 r.)
10. Neironnyye sety. STATISTICA Neural Networks: Metodolohyia y tekhnolohyyi sovremennoho analiza dannykh / pod redaktsyey V. P. Borovykova. 2-e yzd., pererab. y dop. Moskva, 2008. 392 s.
11. Instytut ekonomichnykh doslidzhen ta politychnykh konsultatsii. 2014 rik : Ekonomichni pidsumky dlia Ukrainy «Rik kryzy ta novi mozlyvosti» URL: [http://www.ier.com.ua/ua/publications/regular\\_products/economic\\_results\\_of\\_year?pid=4954](http://www.ier.com.ua/ua/publications/regular_products/economic_results_of_year?pid=4954) (data zvernennia 18.06.2021 r.).



---

## JUSTIFICATION OF THE INDICATORS AND FINANCIAL SECURITY ASSESSMENT PROCEDURE OF JOINT STOCK COMPANIES

NINA POYDA-NOSYK  
Uzhhorod National University

*The article is devoted to substantiation of the corporate financial security indicators and its assessment procedure methodical approach for joint stock companies. A system of indicators has been formed and scientifically substantiated and a methodical approach has been developed, on the basis of which the level of financial security of joint-stock companies of Ukraine has been determined. The approach is based on the use of artificial neural networks and is characterized by the ability to take into account changes in the operating conditions of joint stock companies through changes in input parameters, which allows to predict the level of joint stock companies' financial security in conditions of uncertainty. The assessment of the level of a joint-stock company's financial security is based on indicators that characterize the financial condition, quality of corporate governance and market position of the company. For each indicator, the coded value for the neural network has been determined, depending on the range of normative values and the direction of change in the dynamics. The methodological approach involves the calculation of an integrated indicator and determination of levels of financial security (very high, high, acceptable, critical, supercritical), which made it possible to compare and rank companies by level of financial security and determine the effectiveness of their financial security system.*

*Keywords: financial security, business entities, joint-stock companies, system, mechanism, international standards, stock market, artificial neural networks, forensics, compliance.*

## РАНЖУВАННЯ ВИДІВ РИЗИКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВАГОМОСТІ НАСЛІДКІВ НЕБЕЗПЕКИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗАЦІЙ

ЄВГЕН РУДНІЧЕНКО <sup>1</sup>, НАТАЛІЯ ГАВЛОВСЬКА <sup>2</sup>, ВОЛОДИМИР КРАСНОШТАН <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Хмельницький національний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9407-2026>  
e-mail: e.m.rudnichenko@gmail.com

<sup>2</sup> Хмельницький національний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1084-2853>  
e-mail: nataligavlovska@gmail.com

<sup>3</sup> Хмельницький національний університет  
e-mail: vovlod\_kr@gmail.com

У статті досліджено основні підходи до трактування терміну «ризик». Сформовано бачення, що поняття «ризик», найчастіше трактують як: можливість втрати або виникнення збитків, результат впливу загроз, можливість небезпеки, існування невизначеності. Питання щодо можливості управління ризиками є дискусійним, однак формування механізмів їх попередження є обов'язковою складовою системи менеджменту організації. Визначено перелік ризиків притаманних діяльності медичних закладів в залежності від вагомості наслідків та частоти їх прояву. Розроблено матрицю оцінки ризиків медичного закладу. Визначено індекс ризику небезпеки для медичного закладу. До неприпустимих ризиків належать деякі з ризиків: соціально-правового характеру (1.2 (ПА)); пов'язаних з управлінням (2.4 (ПВ)); професійних (медичних) ризиків, пов'язаних з цивільно-правовою відповідальністю (3.1 (ІВ), 3.2 (ІВ), 3.5 (ІВ)); пов'язаних з загрозою здоров'ю медичних працівників (4.4 (ІА), 4.2 (ІС)). Окрім того, до небажаних (гранично допустимий) ризиків належать ризики: соціально-правового характеру (1.1 (ПВ)); пов'язаних з управлінням (2.1 (ПВ), 2.2 (ІС), 2.3 (ІД)); професійних (медичних) ризиків, пов'язаних з цивільно-правовою відповідальністю (3.3 (ІС), 3.4 (ІВ), 3.6 (ІВ)); пов'язаних з загрозою здоров'ю медичних працівників (4.3 (ІС)). Ризики, що належать до управління, професійних (медичних) ризиків, цивільно-правової відповідальності та пов'язані з загрозою здоров'ю медичних працівників вимагають їх врахування у діяльності підприємств та розробки напрямів щодо їх зменшення. Застосування запропонованого підходу для ранжування ризиків різних типів та визначення індексу ризику небезпеки дозволить різним організаціям ефективно управляти процесом їх попередження.

**Ключові слова:** ранжування, ризик, матриця оцінки ризиків, індекс ризику небезпеки.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-8

### ВСТУП

Динамічність зовнішнього середовища та його вплив зумовлюють виникнення ризиків та загроз у діяльності організації, які безпосередньо впливають на діяльність вітчизняних підприємств і можуть спричинити порушення їх нормального функціонування. Зважаючи на це виникає об'єктивна необхідність визначення ризиків притаманних діяльності організації в залежності від серйозності наслідків та частоти їх прояву. Метою ідентифікації ризиків є пошук, розпізнання та опис ризиків, які можуть сприяти або перешкоджати досягненню поставлених цілей в організації. А за результатами аналізу ризиків керівництво організації має змогу прийняти обґрунтовані рішення з метою попередження та мінімізації ризиків.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження питань пов'язаних із оцінюванням ризиків розглядалися у працях як вітчизняних, так і зарубіжних вчених, зокрема: Т. Васильців, О. Ляшенко, Ф. Найта, І., Плетникова, В. Ячменьової та ін. Основним завданням дослідження є ранжування видів ризику в залежності від вагомості наслідків небезпеки зовнішнього та внутрішнього середовища організації.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Функціонування вітчизняних організації залежить від впливу ризиків внутрішнього та зовнішнього середовища його функціонування. Слід зазначити, що в науковій літературі існують різні погляди щодо поняття «ризик», які наведено у табл. 1.

В основі ризику лежать імовірнісна природа ринкової діяльності і невизначеність ситуації. Ризик супроводжує всі процеси, що відбуваються в організації, тому її діяльність здійснюється в умовах невизначеності. В економічній літературі існують різні погляди щодо поняття «ризик», найчастіше його трактують як: можливість втрати або виникнення збитків, результат впливу загроз, можливість небезпеки, існування невизначеності. На нашу думку ризик – це результат невизначеності умов зовнішнього та внутрішнього середовища, що впливає на досягнення поставленої цілі. Тому, менеджменту організації необхідно здійснювати управлінські дії з метою прогнозування ризиків та мінімізації їх наслідків [2]. Важливим питанням при управлінні ризиками

є оцінка, що дозволяє виявити фактори їх виникнення та оцінити значимість кожного з них. Для того щоб ідентифікувати ризики притаманні медичним закладам необхідно здійснити ранжування видів ризику в залежності від серйозності наслідків небезпеки за чотирма критеріями [1]: I – катастрофічні ризики (приводять до смерті людини або руйнування системи); II – критичні ризики (приводять до серйозних травм, стійких захворювань, істотних ушкоджень у системах); III – граничні ризики (приводять до незначних травм, короточасних захворювань, ушкоджень у системах); IV – незначні (приводять до менш значних ушкоджень, ніж в III категорії). Так, ситуації, які відносяться до I-ї категорії ризиків (катастрофічних небезпек), вимагають більшої уваги, ніж ризики IV-ї категорії (незначні небезпеки).

Таблиця 1

## Визначення поняття «ризик» в економічній літературі

Автор, джерело	Визначення
Гранатуров В. [3]	потенційна, чисельно вимірна можливість втрати. Поняттям ризику характеризується невизначеність, пов'язана з можливістю виникнення в ході реалізації проекту несприятливих ситуацій і наслідків
Літовських А. [4]	ймовірність виникнення збитків або недоотримання доходів у порівнянні з прогнозованим варіантом
Ляшенко О. [5]	усвідомлена частина небезпеки (пасивний бік), і як активну дію, спрямовану або на усунення небезпеки чи загрози, або навпаки, на свідоме (але вірогідне) отримання шкоди, збитку тощо
Мелкумов Я. [6]	вероятність неблагоприятного исхода финансовой операции
Мігус І., Лаптев С. [8]	результат впливу загроз на господарську діяльність суб'єктів господарювання
Мієрінь Л. [7]	ймовірність виникнення втрат, збитків, недонадходжень планованих доходів, прибутку
Ожегов С. [9]	можливість небезпеки, невдачі; дія наважання в надії на щасливий результат
Прібиткова Г. [10]	діяльність, пов'язана з подоланням невизначеності в ситуації неминучого вибору, в процесі якої є можливість кількісно і якісно оцінити ймовірність досягнення передбачуваного результату, невдачі і відхилення від мети
Ренн О. [11]	це можливість того, що людські дії або результати діяльності людини приведуть до наслідків, які впливають на людські цінності
Рудніченко Є. [12]	це об'єктивно-суб'єктивна категорія, що пов'язана з певною мірою невизначеності результату внаслідок ухваленого рішення (дії і/або обставин)
Тепман Л. [13]	це можливість виникнення несприятливих ситуацій в ході реалізації планів і виконання бюджетів підприємства
Філіппов Л.А., Філіппов М.Л. [14]	ступінь невизначеності отримання майбутніх чистих доходів
Авторське визначення	це результат невизначеності умов зовнішнього та внутрішнього середовища, що впливає на досягнення поставленої цілі

В залежності від частоти прояву небезпеки слід поділяти на п'ять рівнів [1]: А – часті ризики (велика ймовірність того, що небезпека буде реалізована); В – можливі ризики (може проявитися кілька разів за період життєвого циклу); С – випадкові ризики (іноді можуть відбутися за період життєвого циклу); D – віддалені ризики (малоймовірні, але можлива подія за період життєвого циклу); Е – неймовірні ризики (настільки малоймовірно, що можна припустити, що така небезпека ніколи не відбудеться).

Перелік ризиків притаманних діяльності медичного закладу з їх розподілом в залежності від вагомості наслідків ризику та частоти їх прояву наведено у табл. 2.

Далі будується матриця оцінки ризику у якій представляється розподіл категорій (серйозності) небезпеки за чотирма рівнями (I катастрофічна, II критична, III гранична, IV незначна) та очікувану частоту небезпеки з розподілом, також на чотири рівні (часто А, можливо В, випадково С, віддалено D, неймовірно Е). Матриця оцінки ризиків медичного закладу представлено у табл. 3.

З метою визначення, які ризики потребують більшої уваги і концентрації зусиль персоналу формується матриця індекс ризику небезпеки з виділенням критеріїв ризику за параметрами: неприпустимий (надмірний), небажаний (гранично допустимий), прийнятний, знехтуваний. Індекс ризику небезпеки для медичного закладу наведено у табл. 4.

Таблиця 2

**Перелік ризиків притаманних діяльності медичних закладів в залежності від вагомості наслідків та частоти їх прояву\***

Класифікаційна ознака	Вид ризику	Серйозність наслідків	Частота прояву
1. Соціально-правові ризики	1.1 зміни в законодавстві стосовно форм і методів організації охорони здоров'я та організації медичної допомоги населенню	III	B
	1.2 зміни в системі фінансування охорони здоров'я	II	A
2. Ризики, пов'язані з управлінням	2.1 низький рівень компетентності керівників в області менеджменту, економіки і законодавства в охороні здоров'я	III	B
	2.2 проблеми професійної підготовки певної частини медичного персоналу всіх рівнів системи	II	C
	2.3 науково необґрунтований вибір стратегії розвитку організації	I	D
	2.4 нехтування діяльністю по охороні праці і техніці безпеки	II	B
3. Професійні (медичні) ризики, пов'язані з цивільно-правовою відповідальністю	3.1 діагностичні	I	B
	3.2 лікувальні	I	B
	3.3 медикаментозні (фармако-терапевтичні)	III	C
	3.4 профілактичні	III	B
	3.5 інфекційні	II	B
	3.6 психогенні (психоемоційні)	III	B
4. Ризики, пов'язані з загрозою здоров'ю медичних працівників	4.1 від хворих з особливо небезпечними інфекціями	IV	D
	4.2 від хворих вірусним гепатитом В і С, ВІЛ-інфекцією, сифілісом та іншими венеричними захворюваннями	I	C
	4.3 від хворих на туберкульоз	III	C
	4.4 від хворих на COVID-19	I	A
	4.5 від психічно хворих	IV	C
	4.6 від наркоманів	IV	C
	4.7 від злочинців, які посягають на медичний персонал з метою отримання наркотичних засобів	IV	C
5. Інші ризики	5.1 техногенні (техніко-експлуатаційні)	IV	D
	5.2 пожежонебезпечні	IV	D
	5.3 вибухонебезпечні (зберігання та експлуатація кисню)	IV	D
	5.4 терористичні	IV	D

\*сформовано автором

Таблиця 3

**Матриця оцінки ризиків медичного закладу\***

Очікувана частота небезпеки	Категорія (серйозність) небезпеки			
	I катастрофічна	II критична	III гранична	IV незначна
Часто А	4.4 (IA)	1.2 (IIA)	-	-
Можливо В	3.1 (IB), 3.2 (IB)	2.4 (IIB), 3.5 (IIB)	1.1 (IIIB), 2.1(IIIB), 3.4 (IIIB), 3.6 (IIIB)	-
Випадково С	4.2 (IC)	2.2 (IIC)	3.3 (IIIC), 4.3 (IIIC)	4.5 (IVC), 4.6 (IVC), 4.7 (IVC)
Віддалено D	2.3 (ID)	-	-	4.1 (IVD), 5.1 (IVD), 5.2 (IVD), 5.3 (IVD), 5.4 (IVD)
Неймовірно E	-	-	-	-

\*сформовано автором

Таблиця 4

**Індекс ризику небезпеки для медичного закладу\***

Класифікація ризику	Критерії ризику
4.4 (IA), 3.1 (IB), 3.2 (IB), 4.2 (IC), 1.2 (IIA), 2.4 (IIB), 3.5 (IIB)	Неприпустимий (надмірний)
2.3 (ID), 2.2 (IIC), 1.1 (IIIB), 2.1(IIIB), 3.4 (IIIB), 3.6 (IIIB), 3.3(IIIC), 4.3 (IIIC)	Небажаний (гранично допустимий)
-	Прийнятний
4.5 (IVC), 4.6 (IVC), 4.7 (IVC), 4.1 (IVD), 5.1 (IVD), 5.2 (IVD), 5.3 (IVD), 5.4 (IVD)	Знехтуваний

\*сформовано автором

Знехтуваний ризик має настільки низький рівень, що він перебуває в межах припустимих відхилень природного / фонового рівня [1]. А отже, ними можна знехтувати, і приділяти увагу неприпустимим (надмірним) та небажаним (гранично допустимим) ризикам. А саме, до

неприпустимих ризиків належать деякі з ризиків: соціально-правового характеру (1.2 (ША)); пов'язаних з управлінням (2.4 (ІВ)); професійних (медичних) ризиків, пов'язаних з цивільно-правовою відповідальністю (3.1 (ІВ), 3.2 (ІВ), 3.5 (ІВ)); пов'язаних з загрозою здоров'ю медичних працівників (4.4 (ІА), 4.2 (ІС)). Окрім того, до небажаних (гранично допустимий) ризиків належать ризики: соціально-правового характеру (1.1 (ІІВ)); пов'язаних з управлінням (2.1(ІІВ), 2.2 (ІІС), 2.3 (ІІД)); професійних (медичних) ризиків, пов'язаних з цивільно-правовою відповідальністю (3.3(ІІС), 3.4 (ІІВ), 3.6 (ІІВ)); пов'язаних з загрозою здоров'ю медичних працівників (4.3 (ІІС)).

Ризики, що належать до управління, професійних (медичних) ризиків, цивільно-правової відповідальності та пов'язані з загрозою здоров'ю медичних працівників вимагають їх врахування у діяльності підприємств та розробки напрямів щодо їх зменшення.

#### ВИСНОВКИ

Ризики є невід'ємною частиною функціонування будь-якої організації. Їх ранжування і чітка градація дозволяє виважено сформулювати відповідні захисні механізми для їх попередження і мінімізації. Використання сучасних підходів до управління ризиками в організаціях різних типів є актуальною необхідністю. Застосування запропонованого підходу для ранжування ризиків різних типів та визначення індексу ризику небезпеки дозволить різним організаціям ефективно управляти процесом їх попередження.

#### REFERENCES

1. Vykorystannia ryzyko-orientovanoho pidkhdodu dlia pobudovy imovirnisnykh strukturno-lohichnykh modelei vynyknennia y rozvytku NS [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: [https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/tema\\_2\\_bzhd\\_skuybidaproyekt.pdf](https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/tema_2_bzhd_skuybidaproyekt.pdf)
2. Havlovska N. I. Identyfikatsiia nebezpek, zahroz ta ryzykiv diialnosti pidpriemstv hotelno-restorannoho biznesu / N. I. Havlovska, Ye. M. Rudnichenko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky. – 2014. – № 6 (1). – S. 18–23.
3. Hranaturov V.M. Ekonomicheskyy rysek: sushchnost, metody yzmereniya, puty snyzheniya / V.M. Hranaturov. – M.: Delo y servys, 2010. – 208 s.
4. Lytovskykh A.M. Fynansovyyi menedzhment / A.M. Lytovskykh. – Tahanroh: Yzd-vo TRTU, 2008. – 238 s.
5. Liashenko O.M. Kontseptualizatsiia upravlinnia ekonomichnoiu bezpekoiu pidpriemstva : monohrafiia / O.M. Liashenko. – Luhansk: SNU im. V. Dalia, 2011. – 400 s.
6. Melkumov Ya.S. Orhanyzatsiia y fynansyrovanye ynvestytsyi: uchebnoe posobyie / Ya.S. Melkumov. – M.: YNFRA-M, 2002. – 248 s.
7. Myeryn L.A. Osnovy ryskolohyy / L.A. Myeryn. – SPb.: S.-Peterb. hos. un-t ekonomyky y fynansov, kaf. obshch. ekon. teoryy, 1998. – 138 s.
8. Mihus I. P. Neobkhdnist rozmezhuvannia poniat «zahroza» ta «ryzyk» pry diahnostytsi ekonomichnoi bezpeky subiektiv hospodariuvannia [Elektronnyi resurs] / I. P. Mihus, S. M. Laptiev. – Rezhym dostupu : <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=821>
9. Ozhehov S.Y. Slovar russkoho yazyka / S.Y. Ozhehov; pod red. chl.-korr. AN SSSR N.Iu. Shvedovoi. – M.: rus. yaz., 1989. – 750 s.
10. Prybytkova H.V. Analyz y otsenka ryskov predpriiatyi proyzvodstvennoi sfery v protsesse ynvestytsyonnoho proektyrovannia / H.V. Prybytkova // Vestnyk MHTU. – 2005 – Tom 8, №2. – S. 300–305.
11. Renn O. Try desiatyetytia yssledovannia ryska / O. Renn // Voprosy analiza ryska. – 1999. – №1. – S. 80-99.
12. Rudnichenko Ye. M. Otsiniuvannia ta modeliuvannia vplyvu subiektiv mytnoho rehuliuвання na systemu ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva: monohrafiia / Ye.M. Rudnichenko. – Luhansk: Promdruk, 2014. – 389 s.
13. Тэрман L.N. Rysky v ekonomyke / Тэрман L.N.; pod red. V.A. Shvandar. – M.: Yunyty-dana, 2002. – 380 s.
14. Fylyppov L.A. Otsenka ryska po metodu Veksytskoho. / L.A. Fylyppov, M.L. Fylyppov – Barnaul: Altaiskiy hosudarstvennyy unyversytet, 2000. – 54 s.

---

**RANKING OF TYPES OF RISK DEPENDING ON THE WEIGHT OF THE CONSEQUENCES OF THE DANGER OF THE EXTERNAL AND INTERNAL ENVIRONMENT OF ORGANIZATIONS**YEVGEN RUDNICHENKO <sup>1</sup>, NATALIYA HAVLOVSKA <sup>2</sup>, VOLODYMYR KRASNOSHTAN <sup>3</sup><sup>1</sup> Khmelnytskyi National University<sup>2</sup> Khmelnytskyi National University<sup>3</sup> Khmelnytskyi National University

*The authors of the article have examined the main approaches to the interpretation of the term "risk". Also the authors have presented a vision that the concept of "risk" is often interpreted as the possibility of loss, the result of threats, the possibility of danger, and the existence of uncertainty. The question of the possibility of risk management is debatable, but the formation of mechanisms of their prevention is a mandatory component of the management system of organizations. A list of risks inherent in the activities of medical institutions depending on the validity of the consequences and the frequency of their manifestation has been determined in the article. A matrix of risk assessment of a medical institution has been developed. The risk index of danger for a medical institution has been determined. Unacceptable risks are the next: socio-legal (1.2 (IIA)); related to management (2.4 (IIB)); professional (medical) risks related to civil-legal liability (3.1 (IB), 3.2 (IB), 3.5 (IIB)); related to health threats for medical workers (4.4 (IA), 4.2 (IC)). In addition, undesirable (maximum allowable) risks include risks of a socio-legal nature (1.1 (IIIB)); related to management (2.1 (IIIB), 2.2 (IIC), 2.3 (ID)); professional (medical) risks associated with civil-legal liability (3.3 (IIC), 3.4 (IIIB), 3.6 (IIIB)); related to health threats for medical workers (4.3 (IIC)). Risks related to professional (medical) risks, management and civil-legal liability and related to the threat to the health of medical workers should be considered in the activities of enterprises and such risks require development of directions for their reduction. Applying the proposed approach to ranking different types of risks and determining the index of danger risk will allow different organizations to effectively manage the process of their prevention.*

*Key words: ranking, risk, risk assessment matrix, index of danger risk.*

## МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ В УМОВАХ РИЗИКОВОГО СТРАХУВАННЯ

ОЛЬГА СЛОБОДЯНЮК, ВАСИЛЬ ОРЛОВ

<sup>1</sup> Одеський торговельно-економічний інститут КНТЕУ

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2678-4707>

e-mail: --2008@ukr.net

<sup>2</sup> Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6392-5500>

e-mail: orlov\_vn@ukr.net

*В статті розглядається сутність ризикового страхування, наведена кількість страхових компаній, які є основними гравцями на страховому ринку, виявлена тенденція до їх зменшення, що привело до потреби у розробці ефективних заходів щодо аналізу діяльності страхових компаній. Наведено приклад порівняльного аналізу, який є одним із елементів моделі. Розглянуто приклад обчислювання страхових показників, який виконується за допомогою програмного забезпечення Excel або може бути виконано у Mathcad, з графічним відображенням. Обґрунтовано використання методу кореляції на прикладі обробки показників валових та чистих страхових премій. Побудована кореляційно-регресійна модель з використанням програмного забезпечення STATISTIKA. Зроблено аналіз коефіцієнтів статистичних параметрів побудованої моделі.*

**Ключові слова:** страхування, моделювання, страховий ринок, модель, кореляційно-регресійна модель, страхові премії, страхові виплати, ризикове страхування, страхові компанії.

DOI: 10.31891/mdes/2021-1-9

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Страховий ринок України є одним із ефективних інструментів гарантування розвитку економіки держави. Основними проблемами, що перешкоджають його розвитку є відсутність досконалої законодавчої бази, низький рівень доходів та довіри страховим компаніям, нестабільність роботи страхових компаній, яка пов'язана в перш за все з недостатньою кількістю фахівців управління.

З першого липня 2020 року Національний банк України стає регулятором та наглядовим органом на ринку страхування. Метою якого є створення моделі ефективного, конкурентного ринку страхування з відповідним захистом прав страхувальників. Нова модель запроваджує світові практики, положення директив ЄС, особливості регулювання ринку страхування та перестраховування, нагляд за ним. Модель удосконалює вимоги до ліцензування страхової діяльності, оцінок ліквідності та платоспроможності, корпоративного управління тощо.

Реалізація та створення нової моделі потребує креативних управлінських рішень, які опираються на обґрунтовані математичні розрахунки для аналізу минулого-теперішнього-майбутнього, що формується на знаннях математики, інформатики, статистики, теорії ймовірності тощо.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання розвитку, моделювання, прогнозування страхового ринку України знаходяться у центрі уваги багатьох дослідницьких установ та провідних вчених. Так Середюк В.Б. [1] займався прогнозуванням фінансових показників страхової компанії із застосуванням інструментарію нечіткої логіки та запропонував модель, яка дозволяє із визначеною точністю спрогнозувати обсяги надходжень страхових премій та розміри страхових відшкодувань; М'ячин В.Г. та Яворська О.Б. [2] вивчали сучасні методи та моделі функціонування страхового ринку, що дало можливість обґрунтувати необхідність використання сучасних методів Data Mining для моделювання різноманітних аспектів функціонування страхового ринку в умовах посилення конкуренції та збільшення ризиків, зумовлених світовою фінансовою кризою; Клепікова О.А. [3] розробила імітаційну модель страхової компанії з метою проведення фінансового управління та сформувала систему показників з урахуванням зовнішніх і внутрішніх чинників фінансового ринку, Косова Т.А. [4] досліджувала кількісні показники розвитку інвестиційної складової страхового ринку України та інші.

Проаналізувавши наукові роботи вчених та враховуючі зміни в законодавчій базі слід продовжити роботу над виявлення проблем розвитку страхового ринку та моделювання його складових.

## МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є моделювання фінансової діяльності страхових компаній в умовах ризикового страхування шляхом моделювання сегментів страхування.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Юридична площадка ризикового страхування формується на законодавчій базі, яка регламентує взаємовідносини між страховиком та страхувальником.

Ризикове страхування (non-life) – це захист застрахованої особи, що отримала тілесні ушкодження або загинула в результаті настання нещасного випадку (раптові події) від смерті або втрати працездатності.

Згідно з Законом України «Про страхування» страхові компанії поділяються на страхові компанії, що надають послуги зі страхування життя і компанії ризикові, що не мають права страхувати життя. Ризикові компанії надають послуги зі страхування: вантажів, транспорту, майна від вогневих ризиків та ризиків стихійних явищ, кредитних та інших ризиків, відповідальності тощо [5].

Ризикові програми страхування, які пропонують страхові компанії страхувальникам можуть забезпечити достойний рівень життя родини, допоможуть із погашенням кредиту або інших боргових зобов'язань у разі відходу з життя годувальника гроші згідно страхового полісу отримувач.

У вітчизняній практиці до «ризикових» видів страхування відносяться види інші ніж страхування життя. Вони не передбачають зобов'язань страхової компанії щодо виплат по страховій сумі при закінченні терміну дії договору страхування і не пов'язані з накопиченням страхової суми протягом усього строку дії договору страхування. Страхова компанія покриває випадковий ризик (нешасний випадок), термін страхування може бути рік, а дохід від інвестування тимчасово вільних коштів не враховується. Тому страхувальник у свій страховий поліс вносить невеликі періодичні страхові внески і очікує у разі настання страхового випадку виплати, що зазначені в ньому, в межах страхової суми. Як правило чим більша страхова сума, тим більша вартість страхового полісу. І внесені кошти страхувальником не повертаються, якщо страховий випадок не настав.

У суспільстві, економіці страхові компанії мають важливу роль в захисті фізичних та юридичних осіб від отримання непередбачуваних збитків у разі настанні страхових подій.

Надійність страхової компанії та впевненість споживачів в ній є запорукою розвитку страхового ринку. Однак низька проблем у страхових компаніях гальмує його розвиток, робить його непрозорим та неконкурентним, не дає можливості розвитку новим видам страхування.

На рис. 1 показана наявність страхових компаній на ринку у сфері ризикового страхування.

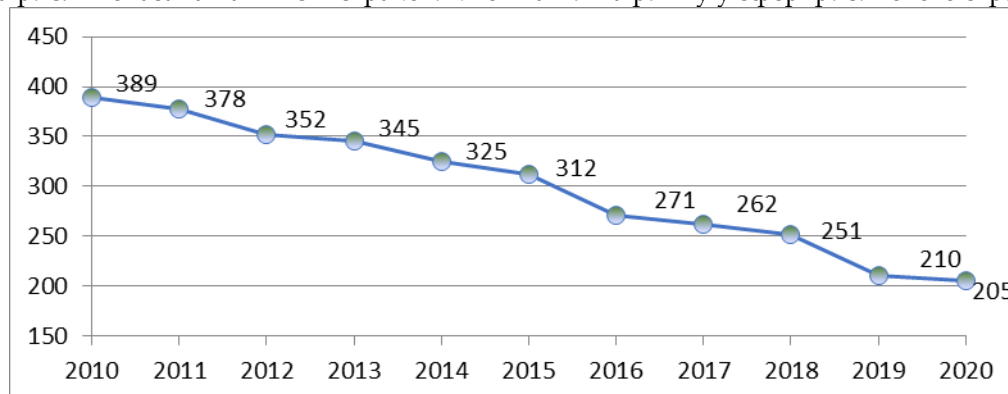


Рисунок 1. Кількість страхових компаній (non-life) у 2010 – 2020 р.р.

Джерело: складено автором за [6]

З рис. 1 видно, що за останні роки тенденція до зменшення страхових компаній становиться більш наявна. Це свідчить, що страхові компанії кожного року підпадають під більш негативний вплив ризиків з різних боків, які загрожують платоспроможності страховиків та мають негативні наслідки для страхувальників. Тому є потреба у розробці ефективних заходів, щодо аналізу діяльності страхових компаній та страхового ринку. Такими заходами є розробка моделі процесів, які відбуваються у страховій сфері.



Модель - це формалізований опис економічного явища або процесу, структура якого визначається як об'єктивними властивостями об'єкта дослідження, так і суб'єктивним цільовим характером самого дослідження [7].

В моделі відображається аналіз функціонування страхового ринку і основних гравців на ньому, в них використовуються різні форми математичних рівнянь, залежностей, а також графічне представлення отриманих результатів.

Під час побудови моделі застосовуються різноманітні наукові методи. Одним з яких є порівняльний аналіз.

У табл. 1 наведено приклад порівняльних показників валових і чистих страхових премій за 2017-2019 рр.

Таблиця 1.

**Валові та чисті страхові премії зі страхування майна у загальній структурі за 2017-2019 рр.**

Показник	2017		2018		2018/2017		2019		2019/2018	
	Страхові премії, млн грн		Страхові премії, млн грн		Темпи приросту страхових премій, %		Страхові премії, млн грн		Темпи приросту страхових премій, %	
	Валові	Чисті	Валові	Чисті	Валових премій	Чистих премій	Валові	Чисті	Валових премій	Чистих премій
Страхування майна	5098,9	2578,5	6440,2	3222,0	26,3	25,0	6604,8	3518,4	2,6	9,2

Джерело: складено автором за [6]

Зібрані порівняльні показники валових та чистих страхових премій зі страхування майна, протягом 2017-2019 років вказують на логічні закономірності, які відбуваються на страховому ринку, та вказують на переваги та недоліки. Тобто показники в таблиці 1 відображають тенденцію до зростання розміру валових та чистих страхових премій зі страхування майна в Україні. Це свідчить про якісну роботу страхових компаній України, їх здатність оперативно і правильно реагувати на потреби ринку.

Для складання аналітичних показників у табличних формах використовують основи алгебри та геометрії, математичного аналізу, диференціальні і різницеві рівняння, а для прискорення обчислювань застосовують математичні пакети на базі оперативної системи Windows.

Прикладом обчислення показників частки ринку фрагмент наведено на рисунку 2 (скріншот), при застосовуванні програмного забезпечення Excel [8].

Розрахунок показників записуються в табличній формі програми Excel. Для заведення формули розрахунку в осередку необхідно ввести символ (=). Потім вводиться формула та натискається Enter. З'являються результати обчислень рис. 2.

Види страхування	2016		2017		2018	
	Валові	Чисті	Валові	Чисті	Валові	Чисті
х Автострахування (КАСКО, ОСЦПВ, «Зелена картка»)	26,4	32,7	24,4	34,6	26,3	34,0
х Страхування фінансових ризиків	10,2	7,5	12,9	6,4	10,4	4,8
х Страхування вантажів та багажу	12,4	4,8	10,8	3,5	5,9	4,3
х Страхування майна	11,8	10,0	11,7	9,0	13,0	9,4
х Страхування відповідальності перед третіми особами	6,0	5,4	6,7	5,7	5,2	4,8
х Страхування від вогневих ризиків та ризиків стихійни	7,3	6,7	8,3	5,5	9,1	5,6

Рисунок 2. Скріншот прикладу обчислення частки страхового ринку, %

Дана форма обчислень зручна, швидка та автоматизує процес аналізу. Такими ж властивостями володіють і інші програмні забезпечення. Наприклад Mathcad, Matlab тощо.

Після проведених розрахунків результати представляються в графічній формі. Вибір графічного представлення результатів залежить від інформативності даних, висновків тощо.

Програма Excel пропонує широкий вибір діаграм та гістограм для графічного уявлення, оцінки табличних розрахунків. [9]. На рис. 3 наведено приклад діаграми.

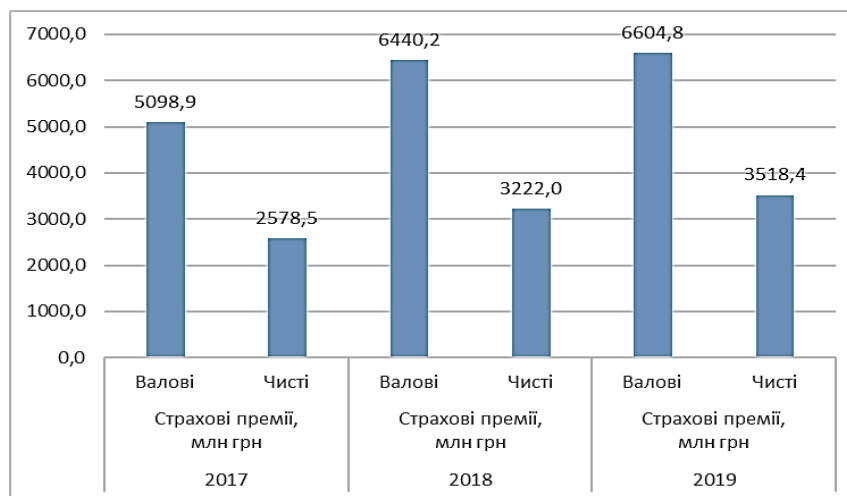


Рисунок. 3. Приклад діаграми валових та чистих страхових премій зі страхування майна у загальній структурі за 2017–2019 рр.

Джерело: складено автором за [6]

У даному прикладі рис. 3 діаграма дозволяє швидко оцінити співвідношення розрахункових величин. Аналогічними властивостями володіють інші програми.

Під час дослідження страхового ринку використовуються методи: аналізу і синтезу; абстрагування; узагальнення; індукції і дедукції; гіпотетично-дедуктивний і аксіоматичний; оптимізаційного і раціоналістичного моделювання; історичний; аналогій; економіко-статистичний вибірки; групування; порівняння середніх і відносних величин; експертних оцінок; кореляції тощо. Статистична характеристика дає уявлення про систему страхових показників, що дозволяють бачити процеси, які відбуваються у економічних відносинах між учасниками страхового ринку та руху грошових коштів тощо.

На прикладі статистичної характеристики – метод кореляції розглянемо побудову моделі залежності частки ринку страхування фінансових ризиків від рівня чистих виплат [10]. Основними завданнями методу кореляції є: визначення взаємозв'язку двох і більше показників, з встановленням впливу між ними.

Визначення кореляції між видами страхування, в даному випадку валових та страхових виплат майнового страхування є свідченням існуючого статистичного зв'язку в даній вибірці, але потрібно розуміти, що цей зв'язок необов'язково повинен мати місце для інших видів страхування.

Для вибору кореляційно-статистичної моделі попередньо ставлять мету і завдання дослідження, вибирають об'єкт і предмет дослідження, визначають методи дослідження.

Застосовуючи метод кореляції, ступеня лінійної залежності (прямий, зворотній, випадковий) двох змінних, відображається у коефіцієнті кореляції (R) [11].

Побудуємо кореляційно-регресійну модель залежності частки ринку від рівня чистих виплат за окремими видами страхування за даними, які наведені у табличному вигляді Табл. 2.

Для побудови відповідної моделі використовуємо програмне забезпечення STATISTIKA. За допомогою пакета STATISTIKA отримуємо кореляційно-регресійну модель залежності частки страхового ринку від рівня чистих виплат за окремими видами страхування [12].

$$\text{ЧРСФР} = -0,02748 \cdot \text{РЧВСФР} + 13,77218,$$

$$R^2 = 0,976$$

де ЧРСФР – частка ринку страхування фінансових ризиків, %;

РЧВСФР – рівень чистих виплат зі страхування фінансових ризиків, %.

Статистичні параметри моделі представлені на рис 4.

Таблиця 2.

**Фрагмент таблиці вихідних даних видів страхування для побудови  
кореляційно-регресійної моделі**

Роки	Автострахування		Страхування фінансових ризиків		.....
	Рівень чистих страхових виплат, %	Частка ринку, %	Рівень чистих страхових виплат, %	Частка ринку, %	.....
2010	50,17	44,38	259,24	6,63	.....
2011	41,45	37,11	39,89	13,17	.....
2012	41,74	35,20	20,87	12,44	.....
2013	42,79	34,47	3,72	13,84	.....
2014	46,14	40,72	2,06	13,83	.....
2015	42,03	41,05	57,86	12,18	.....
2016	42,85	32,7	41,44	7,50	.....
2017	45,25	34,60	98,6	6,40	.....
2018	57,05	34,00	83,8	4,80	.....
2019	50,13	34,90	73,00	5,40	.....

Автострахування  
(КАСКО, ОСЦПВ, «Зелена картка»)

		Ітоги регресії для залежної змінної: Частка ринку, % (Таблиця) R= ,77747455 R2= ,60446667 Скорректур. R2= ,50558334 F(1,4)=6,1129 p<,06877 Станд. помилка оцінки: 2,7132					
N=6		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Св.член				0,537790	15,52386	0,034643	0,974024
Рівень чистих виплат, %	0,777475	0,314457	0,869035	0,35149	2,472434	0,068767	

Страхування фінансових ризиків

		Ітоги регресії для залежної змінної: Частка ринку, % R= ,98833550 R2= ,97680705 Скорректур. R2= ,97100882 F(1,4)=168,47 p<,00020 Станд. помилка оцінки: ,46421					
N=6		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Св.член				13,77218	0,232902	59,1329	0,000000
Рівень чистих виплат, %	-0,988335	0,076146	-0,02748	0,002117	-12,9795	0,000203	

Страхування від вогневих ризиків  
та ризиків стихійних явищ

		Ітоги регресії для залежної змінної: Частка ринку, % (Таблиця) R= ,02762828 R2= ,00076332 Скорректур. R2= ---- F(1,4)=,00306 p<,95857 Станд. помилка оцінки: 1,8801					
N=6		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Св.член				9,824905	2,159404	4,549822	0,010419
Рівень чистих виплат, %	-0,027628	0,499809	-0,011707	0,211793	-0,055278	0,958568	

Страхування майна

		Ітоги регресії для залежної змінної: Частка ринку, % (Таблиця) R= ,48821514 R2= ,23835402 Скорректур. R2= ,04794253 F(1,4)=1,2518 p<,32586 Станд. помилка оцінки: 1,0526					
N=6		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Св.член				15,31175	1,049900	14,58402	0,000129
Рівень чистих виплат, %	-0,488215	0,436362	-0,09807	0,087655	-1,11883	0,325861	

Страхування кредитів

		Ітоги регресії для залежної змінної: Частка ринку, % (Таблиця) R= ,77937927 R2= ,60743204 Скорректур. R2= ,50929005 F(1,4)=6,1893 p<,06764 Станд. помилка оцінки: ,65434					
N=6		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Св.член				3,168684	0,373760	8,47785	0,001061
Рівень чистих виплат, %	-0,779379	0,313276	-0,013600	0,005467	-2,48783	0,067641	

Страхування вантажів та багажу

		Ітоги регресії для залежної змінної: Частка ринку, % (Таблиця) R= ,67233104 R2= ,45202902 Скорректур. R2= ,17804353 F(1,2)=1,6498 p<,32767 Станд. помилка оцінки: ,62565					
N=4		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(2)	p-уров.
Св.член				4,808821	0,999030	4,813489	0,040553
Рівень чистих виплат, %	0,672331	0,523436	0,194989	0,151806	1,284456	0,327669	

		Итоги регрессии для зависимой переменной: Частка ринку, % (Таблица)					
		R= ,27021622 R2= ,07301680 Скорректир. R2= ---- F(1,4)=,31507 p<,60454 Станд. ошибка оценки: ,46007					
		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Авіаційне страхування	N=6						
	Св.член			1,609368	0,263785	6,101070	0,003652
	Рівень чистих виплат, %	0,270216	0,481400	0,010792	0,019227	0,561313	0,604541
		Итоги регрессии для зависимой переменной: Частка ринку, % (Таблица)					
		R= ,20894580 R2= ,04365835 Скорректир. R2= ---- F(1,4)=,18261 p<,69114 Станд. ошибка оценки: 1,1549					
		БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(4)	p-уров.
Інші види страхування	N=6						
	Св.член			5,409861	2,176972	2,485039	0,067844
	Рівень чистих виплат, %	-0,208946	0,488964	-0,030213	0,070702	-0,427324	0,691142

Рисунок 4. Статистичні параметри кореляційно-регресійної моделі залежності частки ринку від рівня чистих виплат за окремими видами страхування

Джерело: власні розрахунки

Позначки у таблицях, (для російської версії СТАТИСТИКА):

– p – рівень значущості – є ймовірність помилки, що зв'язок між змінними є лише випадковою особливістю даної вибірки;

– Ст. Ош. – стандартна помилка, міра розсіювання спостережуваних значень, щодо лінії регресії, а також оцінки якості параметрів;

– Множ. R – коефіцієнт множинної кореляції;

– Множ. R2 – коефіцієнт детермінації;

– Скорег. R2 – скорегований R2 на число членів в регресійному рівнянні;

– t – критерій Стьюдента, використовується для оцінки статистичної значущості параметрів рівняння;

– F – критерій Фішера, використовується для перевірки значущості регресійної моделі і значущості ефектів;

– В – кутовий коефіцієнт.

По отриманим статистичним коефіцієнтам кореляційно-регресійної моделі робляться висновки у запропонованій послідовності: значущість, достовірність, інтерпретування моделі.

Значущість кореляційно-регресійної моделі залежності частки ринку страхування фінансових ризиків від рівня чистих виплат, встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між фактором та результативним показником по автострахованню ( $R = 0,777$ ), страхуванню фінансових ризиків ( $R = 0,988$ ) тощо.

Достовірність побудованої моделі підтверджується високим значенням квадратичного коефіцієнта скорегованої кореляції ( $R^2 = 0,976$ ), а також p – значеннями рівня значущості чистих страхових виплат (0,000203) і вільним членом (0,0). Це видно по страхуванню фінансових ризиків.

Побудовану модель можна інтерпретувати таким чином:

при зростанні рівня виплат частка страхового ринку скорочується, оскільки перед фактором від'ємне значення множника. Це наочно демонструє динаміка страхового ринку під час виплат 259,24% частка ринку була 6,63%, коли виплати склали значення 3,72% та 2,06% частка ринку була найвищою 13,84% та 13,83%.

Відсутність закономірностей взаємозв'язку частки ринку від рівня страхових виплат спостерігалась по таким видам страхування: страхування від вогневих ризиків та ризиків стихійних явищ ( $R = 0,027$ ), страхування майна ( $R = 0,488$ ). Обсяг операцій на цих сегментах страхового ринку скорочується. Така тенденція виявляється на малорозвинутих сегментах ринку – авіаційному страхуванні ( $R = 0,270$ ) та інших ( $R = 0,209$ ) [13].

Висновки по іншим сегментам страхового ринку проводимо по аналогії з запропонованою послідовністю.

## ВИСНОВКИ

Використання моделювання у страхуванні виявляє взаємозв'язок інтересів між страховиком та страхувальником – основними гравцями на страховому ринку у запропонованій послідовності має практичне застосування.

Побудована кореляційно-регресійна модель відображає залежність частки ринку окремого виду страхування від рівня чистих виплат. Модель дає змогу аналізувати кожний вид страхування, розуміти функціонування та розвиток страхового ринку, визначити неперспективні види

страхування, спрогнозувати розвиток нових видів страхування, встановити граничні критерії попиту та пропозиції на страховому ринку, визначення загального напрямку щодо оновлення страхового ринку, а також має практичне значення, щодо приймання управлінських рішень страховальникам, страховикам, Регулятору страхового ринку та іншим гравцям.

## REFERENCES

1. Serediuk V.B. Prohnozuvannya finansovykh pokaznykiv strakhovoi kompanii iz zastosuvanniam instrumentarii nechitkoi lohiky Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu. 2014. № 2. S. 33-36. URL:file:///C:/Users/Olga/Downloads/953-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-952-1-10-20151108%20(1).pdf
2. Miachyn V.H., Yavorska O.B. Suchasni metody ta modeli funktsionuvannya strakhovoho rynku. Naukovi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. 2018. Vyp. 21, Ch.2. S.37-40. URL: [http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/21\\_2\\_2018ua/9.pdf](http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/21_2_2018ua/9.pdf)
3. Klepikova O.A. Imitatsiina model strakhovoi kompanii yak sposib dosiahnennia stratehichnykh finansovykh tsilei Ekonomika: realii chasu. 2013. № 4 (9). S. 195-201. URL: <http://www.economics.opu.ua/files/archive/2013/n4.html>
4. Kosova, T., & Slobodyanyuk, N. Securities as an investment instrument for the insurance companies: challenges and opportunities. Economic Annals-XXI. 2016. 159(5-6) S.85-88. URL: <http://soskin.info/userfiles/file/Economic-Annals-pdf/DOI/ea-V159-18.pdf>
5. Pro strakhuvannya : Zakon Ukrainy vid 07.03.1996 r. № 85/96-VR. Data onovlennia: 10.12.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/85/96-%D0%B2%D1%80#Text> (data zvernennia: 22.05.2021).
6. Statystyka strakhovoho rynku Ukrainy. URL: <https://forinsurer.com/> (data zvernennia: 22.05.2021).
7. Strakhuvannya / za red. V.D. Bazylevycha. Kyiv: Znannia, 2008. 1019 s.
8. Dzhelen B., Aleksander M. Svodnye tablytsy v Microsoft Excel 2019. Kyev: Yzdatelskyi dom «Vyliams», 2020. 576 s.
9. Neliubov V.O., Kurutsa O.S. Osnovy informatyky. Microsoft Excel 2016: navchalnyi posibnyk. Uzhhorod: DVNZ «UzhNU», 2018. 58 s.
10. Rуска R.V., Ivashchuk O.T. Metody ekonomiko-statystychnykh doslidzhen : navch. posib. Ternopil : Taip, 2014. 190 s.
11. Vasylenko O.A. Sencha I.A. Matemachno-statystychni metody analizu u prykladnykh doslidzhenniakh: navch. posib. Odesa: ONAZ im. O. S. Popova, 2011. 166 s.
12. Slobodianiuk O.V. Finansovi mekhanizmy instytutsionalnoho rozvytku strakhovoho rynku Ukrainy : dys. ... d-ra ekon. nauk : 08.00.08. Kramatorsk, 2017. 485 s.
13. Kosova T.D., Slobodianiuk O.V. Formalizatsiia rozvytku sehmentu mainovoho ta ryzykovoho strakhuvannya. DVNZ «Pereiaslav-Khmelnys. derzh. ped. un-t im. H.Skovorody. 2017. Vyp. 33/1. S. 336-342.

## SIMULATION OF FINANCIAL ACTIVITY OF INSURANCE COMPANIES IN CONDITIONS OF RISK INSURANCE

OLGA SLOBODIANIUK <sup>1</sup>, VASYL ORLOV <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kyiv National University of Trade and Economics, Odessa Institute of Trade and Economics

<sup>2</sup> State University of Intelligent Technologies and Communications

*The article considers the use of methods for the analysis of insurance market indicators. The insurance market of Ukraine is one of the effective tools for guaranteeing the development of the state economy. The aim of the research in the article is to develop proposals for improving the analysis of insurance segments by modeling.*

*The main problems hindering its development are the lack of a perfect legal framework, low level of income and trust in insurance companies, instability of insurance companies, which is primarily due to the lack of management specialists. In society, the economy, insurance companies have an important role in protecting individuals and legal entities from incurring unforeseen losses in the event of an insured event. The reliability of the insurance company and consumer confidence in it is the key to the development of the insurance market. However, low problems in insurance companies slow down its development, make it opaque and uncompetitive, do not allow the development of new types of insurance. For the development of the insurance market, a new model is proposed, which requires creative management decisions based on sound mathematical calculations for the analysis of past-present-future and formed on the knowledge of mathematics, computer science, statistics, probability theory and more.*

*The model is a formalized description of an economic phenomenon or process, the structure of which is determined by both the objective properties of the object of study and the subjective target nature of the study itself. The model reflects the analysis of the functioning of the insurance market and the main players in it, they use various forms of mathematical equations, dependencies, as well as a graphical representation of the results.*

*The correlation-regression model used in the article reflects the dependence of the market share of a particular type of insurance on the level of net payments. The model allows to analyze each type of insurance, understand the functioning and development of the insurance market, identify unpromising types of insurance, predict the development of new types of insurance, set marginal criteria of supply and demand in the insurance market, determine the general direction of updating the insurance market. It is of practical importance for management decisions to policyholders, insurers, the Insurance Market Regulator and other players.*

*Keywords: insurance, modeling, insurance market, model, correlation-regression model, insurance premiums, insurance payments, risk insurance, insurance companies.*