

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВАДИМА ГЕТЬМАНА»

Збірник наукових праць «Моделювання
та інформаційні системи в економіці»
входить до Переліку наукових видань
України, Наказ Міністерства освіти і
науки України № 1222 від 07.10.2016 р.

Моделювання та Інформаційні системи в економіці

Збірник наукових праць

Заснований 1965 р.

№ 93

Головний редактор *В. К. Галіцин*

УДК 681.301(082)

Редакційна колегія

В. К. Галіцин, д.е.н., проф. (гол. ред.); **О. Д. Шарапов**, к.т.н., проф. (заст. гол. ред.); **І. В. Луняк**, к.е.н., доц. (відп. секр.); **І. С. Благун**, д.е.н., проф. (Івано-Франківськ, Україна); **А. П. Великий**, чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф.; **В. В. Віглінський**, д.е.н., проф.; **І. А. Джалладова**, д.ф.-м.н., проф.; **Іманов Горхмаз Джахангір огли**, д.е.н., проф. (Азербайджан); **І. Г. Манцуров**, чл.-кор. НАН України, д.е.н., проф.; **А. В. Матвійчук**, д.е.н., проф.; **О. П. Степаненко**, д.е.н., проф.; **О. П. Суслов**, д.е.н., проф.; **І. В. Чернишов**, доктор економіки (Великобританія); **Lakatos László**, dr. (Угорщина); **Marian Żukowski**, dr hab., professor (Польща); **Natalia Iwaszczuk**, dr hab., professor (Польща); **Wiesław Waszkielewicz** dr hab., professor (Польща)

*Адреса редакційної колегії: 04053 м. Київ, Львівська пл., 14
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»
кімн. 403, 413. Тел.: 537-07-42, 537-07-30, 537-07-29
kneu-sbornik@yandex.ua*

*Засновник та видавець
Державний вищий навчальний заклад
«Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»*

*Засновано в Міністерстві юстиції України
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 11718-589Р від 11.09.06*

*Рекомендовано до друку Вченою радою КНЕУ
Протокол № 3 від 26.10.2017*

*Редактор І. Савлук
Художник обкладинки Т. Зябліцева
Коректор Н. Підлужна
Верстка О. Михолат*

*Підписано до друку 04.11.17. Формат 60×84/16. Папір офсет.
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 13,48.
Обл.-вид. арк. 15,34. Наклад 100 пр. Зам. № 17-5395.*

*Державний вищий навчальний заклад
«Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»
03680, м. Київ, проспект Перемоги, 54/1
Тел./факс (044) 537-61-41; тел. (044) 537-61-44
E-mail: publish@kneu.kiev.ua*

© КНЕУ, 2017

<i>Галицин В., Суслов О., Самченко Н.</i> Концепція та характеристика інформаційного суспільства	5
<i>Маниуров І.Г., Александров О.В.</i> Сучасні тренди розвитку PRIVATE BANKING & WEALTH MANAGEMENT та їх вплив на українську банківську систему	21
<i>Дрига С.Г., Маниуров Д.І., Маниурова А.М.</i> Методологічні засади прогнозування як складова державної стратегії регіонального розвитку	31
<i>Долінський Л.Б., Мірошніченко І.В., Корчинський В.В.</i> Кластерний аналіз надійності банківських установ в Україні.	49
<i>Катуніна О.С., Вітлінський В.В.</i> Оцінювання рівня економічної безпеки на підґрунті моделювання знань	74
<i>Бєзун А.В., Ігнатова Ю.В., Рудик Н.В., Даценко Н.В.</i> Моделювання процесу оцінки ефективності підприємств малого та середнього бізнесу	91
<i>Дем'яненко В.В., Потапенко С.Д., Кедровський Г.О.</i> Модель оптимального вибору заходів з удосконалення діяльності підприємства за результатами SWOT-аналізу	111
<i>Степаненко О.П.</i> Перспективні напрями цифрової трансформації в контексті розбудови цифрової економіки.	120
<i>Камінський О.Є.</i> Структурна модель побудови хмарного сервісу	132
<i>Бараник З.П., Іриневич Ю.В.</i> Регіональний аспект статистичного оцінювання молодіжного ринку праці	143
<i>Коляда Ю.В., Рожок Т.О.</i> Комп'ютерне моделювання й аналіз розвитку фірми на підґрунті динамічної нелінійної тривимірної моделі з використанням оптимізаційних методів	157
<i>Краснюк М.Т., Кустаровський О.Д.</i> Дослідження, адаптація методик і вдосконалення моделей фінансового аналізу підприємств транспортної галузі в поточних кризових умовах України	175
<i>Блудова Т.В., Шапошник О.Л., Щекань Н.П.</i> Моделювання процентного ризику міжнародного кредитування	196
<i>Лісовська В.П., Островська М.С.</i> Моделювання збуту підприємства залежно від дії реклами.	204
<i>Матвійчук А.В., Клебан Ю. В.</i> Біннінг кількісних змінних з формуванням тренду для задач скорингу.	213

CONTENTS

<i>Galitsin V., Suslov O., Samchenko N.</i> Concept and characteristics of information society	5
<i>Mantsurov I. G., Alexandrov O. V.</i> Current trends of private banking & wealth management development and their impact on Ukrainian banking system.	21
<i>Dryha S.G., Mantsurov D. I., Mantsurova A. M.</i> Methodological principles of forecasting as a component of the state regional development strategy	31
<i>Dolinskyi L.B., Miroshnychenko I.V., Korchynskiy V.V.</i> Cluster analysis of banking institution reliability in Ukraine.	49
<i>Katunina O.S., Vitlinskyy V.V.</i> Evaluation of the level of economic security on the basis of knowledge modeling	74
<i>Biehun A., Ignatova J., Rudyk N., Datsenko N.,</i> Modeling the process of assessing the efficiency of small and medium-sized businesses	91
<i>Demyanenko V. V., Potapenko S. D., Kedrovskiy G. A.</i> The model of optimal choice of measures on improvement of activity of the enterprise for the results of the SWOT analysis	111
<i>Stepanenko O.P.</i> Perspective directions of digital transformations in the context of digital economy development	120
<i>Kaminsky O.</i> Structural model for building cloud services	132
<i>Baranyk Z., Irynevich Y.</i> Regional aspect of the statistical evaluation of the youth labor market	143
<i>Koliada Yu.V., Rozhok T.O.</i> Computer simulation and analysis of the firm development on the basis of the dynamic non-linear three-dimensional model and optimization methods	157
<i>Krasnyuk M., Kustarovskiy O.</i> Research, adaptation of the methods and improvement of the models of financial analysis of transport enterprises in Ukrainian current crisis conditions	175
<i>Bludova T., Shaposhnik O., Schekan N.</i> Interest risk modeling of international crediting	196
<i>Lisovska V., Ostrovska M.</i> Modeling of the enterprise stock in dependence of advertising	204
<i>Matviychuk A., Kleban Y.</i> Binning of quantitative variables with formation of trend for scoring issues	213

Galitsin V., Doctor of Economics, Professor,
Head of the Department of Information Management,
Suslov O., Doctor of Economics, Professor,
Samchenko N., Ph.D., Associate professor of the Department
of Information Management,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Галіцин В. К., д.е.н., проф.,
завідувач кафедри інформаційного менеджменту,
Суслів О. П., д.е.н., проф.,
професор кафедри інформаційного менеджменту,
Самченко Н. К., к.е.н., доц.
доцент кафедри інформаційного менеджменту,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана

CONCEPT AND CHARACTERISTICS OF INFORMATION SOCIETY

КОНЦЕПЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА

АНОТАЦІЯ. У статті описано передумови виникнення інформаційного суспільства у частині еволюції вимог ринку, складності задач у системах керування, методів формування управлінських рішень, комп'ютерних технологій. Наведено підходи до визначення інформаційного суспільства, його загальна характеристика, характерні риси та особливості. Описано етапи розвитку інформаційних технологій та інформаційних систем керування в інформаційному суспільстві.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інформаційне суспільство, інформація, задача, метод, інформаційна система, ресурс, керування, рішення.

АННОТАЦИЯ. В статье описаны предпосылки возникновения информационного общества в части эволюции требований рынка, сложности задач в системах управления, методов формирования управленческих решений, компьютерных технологий. Приведены подходы к определению информационного общества, его общая характеристика, характерные черты и особенности. Описаны этапы развития информационных технологий и информационных систем управления в информационном обществе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационное общество, информация, задача, метод, информационная система, ресурс, управление, решение.

ABSTRACT. This article describes the preconditions of occurrence of the information society in terms of the evolution of market requirements, complex challenges in control systems, formation methods of administrative decisions, computer technologies. Presents approaches to the definition of the information society, its general characteristics, features and peculiarities. Describes stages of IT development and information systems of management in the information society.

KEY WORDS: information society, information, tasks, methods, information system, resource, management, solution.

Introduction. XX century to the 30s period was the era of mass production, when entrepreneurs tried to produce as much as possible typical products at the lowest price. At the same time, characteristics and product range changed relatively slowly and the internal connections and working conditions within the firms were quite stable.

In the early 30s the demand for basic consumer goods was close to saturation. Demand for standard mass production began to fall and the balance of success began to gravitate toward firms that started to study the needs of the market and began to produce products which meet its needs. Naturally, this has complicated methods of managing the company.

Since the mid-50's has began an accelerated change in the structure, limits and dynamics of entrepreneurship. This period became known as the «post-industrial era», the predecessors of which were the ages of agriculture, industry and the economy of services. It is characterized by rising inflation, increasing restrictions from the state, higher demands of consumers, the invasion of foreign competitors, technological breakthroughs and more.

Technological progress radically changed both demand and supply. Huge investment in scientific-technological research and development generated industries based on new technologies, that put down outdated production. This greatly complicated the monitoring and analysis of the situation on the market, as well as the adaptation of companies to the requirements of the environment.

Due to the emergence of new technologies, unexpected competition, unusual consumers' demands and new requirements of state and social control problems of production and sales become complicated. In accordance with changes in market requirements, the criteria for efficiency have changed: they evolved from production to market. In the post-industrial period, market demand absorbed both of these criteria, becoming market-production.

With the change in criteria tasks of production have changed: stable satisfaction of demand was supplemented by the requirements of market development, use of dual technologies, i.e. technologies that can be used for both military and civilian purposes, limiting production growth, adaptation to globalization of the economy and so on.

The conditions in which the firms functioned also have changed. Unlike the previous period, when firms quite well managed to respond to emerging changes, during this period firms should make serious efforts to meet market demands and prediction of these changes became difficult.

Finally, in the post-industrial era, the changing market requirements are under the influence of scientific and technological breakthroughs of the most advanced firms in their areas, and lagging firms respond to these rapidly changing demands is becoming more difficult. Provide specific new requirements for firms becomes increasingly difficult. Finally, a new kind of industrial product appeared: information and knowledge.

The volume of information that circulate in society began to grow rapidly, prompting scientists to formulate the law of increasing information. It turned out that this law is an exponential function, which allowed to talk about «information explosion». There was a belief that to cope with such an avalanche of information humanity could not. This requires special tools of information processing, storage and use.

The increasing role of information and communication technology implementation in production leads to the formation of a new type of society — information society, basis of which are not traditional material, but intangible, intellectual resources: knowledge, science, organization and human capital.

Problem statement. Today the term «information society» has already been established and widely used. «Speaking about the level of its development, we can talk about the development level of public information space, which has a decisive influence on the economy, defense capability, politics, elements of statehood, etc.» [1, p. 17].

There are three approaches to determine the nature of the information society – American, Japanese and European.

The criterion of the first approach is the economic component – the share of information (intangible) sector in the growth of gross domestic product. The second approach is based on the theory of «information explosion», according to which the amount of information available to the public increases exponentially, leading to a qualitative change in the economy — the information society. In the third approach, the main characteristic of the information society — the spread of information and communication technologies. It is clear that the fundamental definition of information society should reflect all three approaches.

In the literature there are various definitions of information society:

information society — concept of postindustrial society; a new historical phase of the development of civilization, in which the main products of production are information and knowledge [2];

information society is a sociological and futurological concept that determines the main factor in the development of society, this is production and use of scientific, technical and other information [3];

information society – a society in which the majority of workers employed in manufacturing, storing, processing and sales information, especially its higher form – knowledge [4];

information society – a society with a high level of information intensity in the everyday life of citizens, organizations and businesses using public information and communication technologies for a wide range of people and the possibility of fast transfer, receive and exchange of digital data regardless of distance [5];

information society – a society in which most people employed in manufacturing and information services, provided access to any member of the society in any part of the territory and at any time to the needed information, which is the most important strategic resource of society [6].

These and other interpretations of the term «information society» united by the fact that the main resource of the society is information, that is information resource.

Analysis of studies and publications on the problem. The urgency of the problems of development of information society attracted considerable interest among many scientists. Among them we should highlight D. Bell, V. Glushkov, W. Martin, F. Mahlupa, E. Toffler, E. Trahtengerts and others.

D. Bell [7] proposed the concept of the information society on which crucial for the economic and social life, to methods of production of knowledge, and to the nature of employment rights becomes formation of a new structure based on telecommunications. He believes the revolution in organizing and processing information and knowledge takes place simultaneously with the development of industrial society. In order to understand this revolution, three aspects of the latter are especially important. This refers to the transition from an industrial society to services crucial for the realization of scientific knowledge and technological innovations transform new «intellectual technology» key tool in system analysis and decision theory formation.

American expert F. Mahlup [8] in the early 60-th century stressed that information could be considered as a kind of industrial product and its production – one of the types of industrial industry. The same wrote later V. Glushkov [9], who proposed the concept of paperless technologies in organizations of the sector of management and distribution in society.

W. Martin [10] believes that the information society can be defined as a society in which quality of life as well as prospects for social change and economic development in the growing dependent on information and its use. In such society the standarts of life, forms

of work and rest, the education system and the market are strongly influenced by advances in information and knowledge.

According to E. Toffler [11], the concept of the information society is not unique. In the pure form, the information society does not exist anywhere in the modern world, and its appearance in the future is unlikely. Rather, it is a new stage («wave») of industrialization, that gave rise to the industrial-information society, in which there is a parity between new and traditional values and social mechanisms. Information society — a new form of civilization, which generates a current structure and relevant socio-political mechanisms to solve problems associated with the development of information technology industries. Many of these mechanisms are in secret form and require adequate analysis and critical evaluation.

E. Trahtengerts identifies the following distinctive features of the information society as «the growing role of information and knowledge in society, the growing share of information communications products and services in gross domestic product, creation of a global information space» [1, p. 17].

However, many developments in this area are far from complete. In particular, there is a need to set out in a detailed and expanded concept of the information society and its characteristics as a new formation.

The purpose of the article is to determine the preconditions for the emergence of the information society and the presentation of its concept, general characteristics, distinctive features and characteristics.

Presentation of the main material. The structure of the information society is more complex than the structure of the previous societies, since the main part of this society — computer communications — is not an independent production unit, but is a product of a specific industry. In this sense, the concept of the information society should indicate the specific characteristics that fully reflect the essence of the social system.

Characteristic features of the information society are:

the problem of the information crisis is solved, that is, there is no contradiction between the information avalanche and information hunger;

priority of information is provided in comparison with other resources; the main form of development is the information economy;

the basis of society is the automation of the generation, storage, processing and use of knowledge with the help of the latest information technologies;

information technologies become global in scope, covering all aspects of human social activity;

informational unity of all human civilization is formed;

with the help of computer science is realized the free access of everyone to the information resources of the entire civilization;
implemented humanistic principles of management of society and the impact on the environment.

Distinctive features of the information society are:

growing role of information, knowledge and information technology in society;

increase in the number of people employed in information technology, communications and production of information products and services in gross domestic product;

the growth of information society using telephony, radio, television, the Internet, as well as traditional and electronic media;

creation of a global information space, that provides: effective information interaction of people, their access to world's information resources and satisfaction of their needs in information products and services.

Speaking about the changes and improvements, which contribute to modern society in a qualitatively new stage – the information society, supporters of its concept are based on objective processes of high technology, energy and labour-saving industries, robotics manufacturing processes, computerization and informatization of the most important areas, social and political life. And, indeed, at this time of the latest high-tech components and energy-saving technology solution society depend on such vital issues as economic growth, employment, higher living standards and more. They need a detailed study of the diversity and functioning principles of modern society, raising fundamental questions about social and political change that brings with it the introduction of information technology. This affects the future of social and historical development of humankind, the destiny of person, person's place and role in this process.

In light of these changes U. Martin formulated the main characteristics of the information society with the following criteria:

technological: the key factor — information technology, which is widely used in production, institutions, education and at home;

social: information serves as an important stimulus to change the quality of life, is formed and affirmed «information consciousness» with broad access to information;

economic: information is a key factor in the economy as a resource, service, product, source of added value and employment;

political: freedom of information is leading to a political process characterized by growing participation and consensus among different classes and social strata of the population;

cultural: recognition of the cultural value of information by promoting the adoption of information values for the development of an individual and society as a whole.

At the same time, Martin especially emphasizes the idea that communication is a key element of the information society. He emphasizes that, speaking of the information society, it should not be perceived in the literal sense, but rather as a landmark, a tendency for change in modern society. According to him, in general, this model is focused on the future, but in developed countries can already be called a number of changes caused by information technology, which confirm the concept of the information society.

Among these changes, Martin lists the following:

structural changes in the economy, especially in the division of labor;

increasing awareness of the importance of information;

growing awareness of the need for computer literacy;

wide spread of information technology;

government support of computer microelectronic technology and telecommunications.

In the information society knowledge and superiority in possession of information is an important social and economic force that contributes to the redistribution of economic, social and political resources. However, one must realize that the information society poses new, more complex than in previous stages of its development problems, its solution requires the development of new methods of forming solutions (table 1) [1].

In addition to difficulties caused by market demands and dynamics of environmental problems, management complications and automation management problems, companies having difficulties caused by the development of their internal structure. They are defined by the following aspects [12]:

spatial distribution of managerial, production, warehouse and other divisions of the organization;

greater volume of information characteristic clientele flow of material and financial resources, the state of production processes, performance and competition policy, etc;

the need to analyze real-time monitoring results on all important activities and identify possible threats;

formation of operational management decisions in real time or close to it;

gap analysis between the parameters purposes (plans), stages of their achievement and actual performance;

the need to assess the risk of loss and finding ways to prevent them;

the formation of agreed changes in the goals, strategies and plans at a pace that ensures the parison of the threats;
 control over the implementation and effectiveness of decisions on operational management and changes in strategies in accordance with the timing of their implementation;
 the need to take into account information influences and the implementation of information management.

Table 1

EVOLUTION OF COMPLEXITY OF TASKS IN CONTROL SYSTEMS

Industrial revolution	Mass production	Postindustrial period	Information period
Initial elements of monitoring and analysis of the situation	Development of monitoring and methods of analysis of the situation	Creating advanced monitoring structures and methods of analysis of the situation with the use of computers	Creating individual units of information management in firms
Formation of purpose	Complication of goals	Computerization management	Creation of automated analysis of mass media
Establishment of industrial structures	Development of production structures, creation of laboratories for scientific research	Further complication of the goals and strategies of their implementation	Computerization of information management
Definition of functions	Development of new technologies	Creation of corporations, holdings, scientific organizations	The appearance of informational purposes and strategies
Production and services	Formalization of functioning procedures	Optimization of the functioning of activities	Optimization of information management methods
	Development of types of productions and services	Diversification of production and services, production of innovative products	Diversification of information management methods

The complication of the tasks led to the need for the development of appropriate mathematical methods for optimizing managerial decisions that make it possible to determine the best of their variants in the given resource, environmental, social and other constraints. Therefore, developing a powerful economic and mathematical methods by which you can not only find the optimal solution for a given input data, but also where the most varied raw data into

finding the best starting conditions. The wide applicability of these methods has arisen in connection with intensive introduction of computer technology in the control system of corporations, companies and other types of organizations in the second half of the twentieth century.

Managing the company in an extremely changing information society in a context of harsh competition and increasingly complex marketing, manufacturing and economic processes became impossible without the use of computer facilities. It is hard to imagine organizational system, which in any form would not use computing systems to solve management problems. An illustration of this is the scheme of computer's processing received information in the company (Fig. 1). It shows the possibility of using computer technology to implement the tasks of decision-making in the information society.

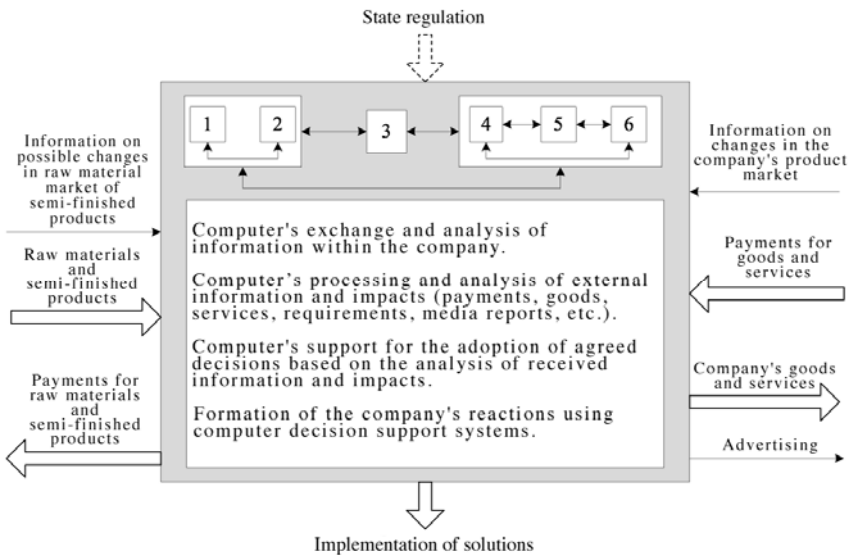


Fig. 1. Scheme of computer's data processing

In fig. 1 the following designations are taken: 1 – sales department; 2 – financial department, 3 – accounting department, 4 – contract department, 5 – warehouse, 6 – production workshop. The remaining units are not marked. A single arrow shows the information, double – impacts on the firm and by the firm.

The use of computer systems to control problems generated two mutually penetrating processes:

complexity of controlled problems, increased requirements for computer systems' hardware and software;

computing complexes that are used in control systems have an increasing influence on the structures and methods of managing firms.

The first computer management systems were created as a system-advisers. They accumulated received information, processed it and provided the managers and experts with the results of this processing. In some systems, based on the obtained data, managerial decisions were formulated by the expert or supervisor themselves, in other management systems they generated decision variants, and the manager chose the decisions that he considered the best. These were variants of systems of varying degrees of difficulty, which in the 70s of the twentieth century were called decision-support systems (DSS).

The task of the DSS is to assist the leader in the decision-making process and includes the following functions:

1) identification, ranking priorities and count uncertainty in manager's assessments;

2) understanding and evaluation of the current situation and restrictions imposed by the situation (analysis of monitoring results);

3) generate a list of alternative management decisions;

4) evaluation of possible alternatives, based on manager's benefits and restrictions imposed by the current situation;

5) analysis of the consequences (forecast) of the results of the decisions;

6) support for negotiations while forming a coherent group decision;

7) choosing the best option as the Head.

The next step in the development of computer technology became Decision Making Systems (DMS), which features DSS transforms as follows:

1) the role of function 1 increases, as in the development of algorithms for forming solutions and evaluation situations manager's benefits should be laid and uncertainties counted in its evaluation;

2) computer system will analyze and evaluate the objective component;

3-5), these functions remain unchanged, but the system performs them independently;

6) this function is implemented in the process of reconciling the solutions proposed by the subsystems of the distributed complex (if

any) based on the estimates and identified advantages during the implementation of function 1;

7) this function is to select and implement a computer control system of the best option based on the identified benefits during the implementation of function 1.

Finally, the next step was the creation of computer systems that form not only the decision, but also the managerial influence, control their effectiveness and monitor.

These systems are called computer control systems and perform the following functions [13]

1) the formation of goals, strategic and operational decisions in which performed:

- analysis of monitoring results;

- formation of strategic and operational actions and their implementation;

- determination of the effectiveness of operational impact on the implementation of the chosen strategy;

- assessing the success of the strategy in achieving the goal and ensuring security measures;

- change of strategy in case of impossibility to achieve the goal with the help of the chosen strategy, as well as the threat to the safety of production or the environment;

- change objectives in case of changing conditions, including environmental, such that achieving this goal is still unrealistic. The solving of these tasks is carried out by algorithms implemented by the programs of the computer control system according to the criteria agreed upon by the managers and experts and introduced into the system;

2) the connection between the goals, strategies and operational activities through the following tasks:

- character formation of strategic decisions that carry out performance goals for existing restrictions;

- formation of parameters of strategic decisions on the basis of evaluations of efficiency of operational actions;

- identification of actions based on assessments of the effectiveness of implementation strategies;

- modification of goals, strategies and operational actions depending on the effectiveness of their implementation;

3) organization of the interaction of two components of the human-machine system – computer and manager (expert, operator). In order for the manager to demonstrate his art of using computer control systems in the formation of managerial decisions, they should include special software and hardware that allow to implement methods to

identify, adapt and implement subjective preferences of managers, as described above, and contribute to solving the following tasks:

- identification of manager's preferences;
- assisting the manager in the analysis of the objective component, including in understanding and assessing the current situation and restrictions imposed by the external environment and the state of the firm;
- formation of possible managerial decisions;
- evaluation of alternatives, based on the manager's preferences and the constraints imposed by technology and market requirements;
- impact analysis (forecast) of the results of the decisions;
- support for negotiations while forming a coherent group decision.

Analysis of the effectiveness of operational actions implemented strategies accuracy and degree of success of the goal carried out by different criteria, but in parallel, ensuring implementation of the relationship at all three levels: operational management, strategic management, goal. The scheme of realization of these functions is shown in Fig. 2

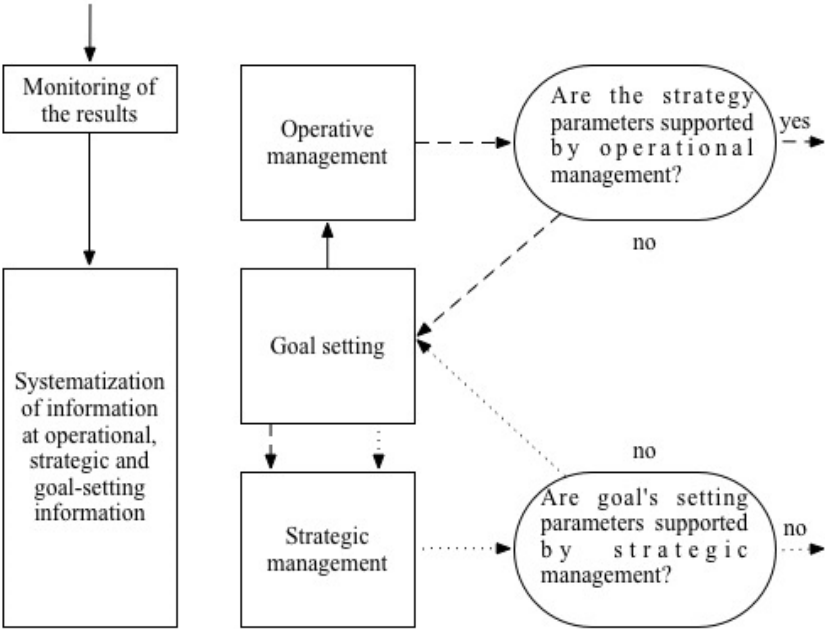


Fig. 2. Scheme of a computer's control system

Fig. 2 shows that structural modern computer control system consists of three interconnected subsystems operating in parallel: operational management, strategic management, and goal setting. This system operates in cycles: the formation solution can be repeated if the proposed option appears unsatisfactory. Of course, it is not necessary to have a computer management system implemented in all the blocks shown in Fig. 2. In many cases, they are only partly implemented.

The emergence of the information society has created an information management (information management) — a new method of management in conflict situations, which has unusual ethical norms and means of influence. As the opponent is considered any government, political, economic and other structures or individual whose actions are contrary to the objectives of an organization that provides information influence.

Information management is a complex of measures on creation and implementation of management decisions, in which management's impact is implicit, indirect. Managed object provides information on the current situation, which is determined by the governing body. However any other information is not available to him. In these circumstances, the object has to choose a course of action, focusing mainly on this information, and thus impose goals that are beneficial to the governing body.

Information management and its implementation in the form of information actions carried out by a particular algorithm. Implement it – it means to choose the input data for the object, which exert influence to:

- activate in it operation algorithms needed for governing facility to achieve their goals;

- in the absence of the structure of the controlled object such algorithms, activate the means of their creation.

Information management advantages are:

- high selectivity of influence;

- concreteness and efficiency;

- rapid reorganization of methods and means of influence, depending on the changing environment;

- the possibility of rapid focusing on a particular object;

- the possibility of comprehensive use of various methods and tools for information management;

- relatively small costs for the formation and implementation of managerial decisions.

Unlike technical objects control systems in the management information systems should be taken into account, that they not only can affect other systems, but themselves can be exposed to information influences.

In the process of formation and development of the information society a number of new terms arose:

information culture — part of common culture focused on information support of human activity, which reflects the achieved levels of organization of information processes and the effectiveness of creating, collecting, storing, processing, presenting and using information, providing a holistic vision of the world, its modeling, prediction of the results of formed decisions;

information technology — purposeful organized collection of information processes using computer technology, providing high speed data processing, quick search of information, dispersal data, access to sources of information regardless of their location;

information production — the process of human action on information (subject of labor) with means (tools) of labor in order to obtain new information (product of labor), necessary for the creation of material, spiritual and other values that ensure the existence and development of human and society;

information economy (network economy) — economy, in which most of the activities provided by the GDP from the production, processing, storage and dissemination of information and knowledge;

information resources — documents and arrays of documents in information systems (libraries, archives, funds, data banks, etc.);

information service — obtaining and providing at the disposal of user's information products;

information product — documented information prepared in accordance with user's needs and presented in the form of goods (software, databases and data banks and other information).

These terms describe different aspects of the information society.

Conclusions.

Information society — a new form of civilization, which generates a current structure and relevant socio-political mechanisms to solve problems associated with the development of information technology. Many of these mechanisms are in the form of covert and require adequate analysis, critical assessment, improvement and development.

Література

1. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений / Том 1. Методы и средства / Э.А. Трахтенгерц. — М.: СИНТЕГ, 2009. — 172 с.
2. Glossary Commander. Информация. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.glossary.ru.
3. Воронина Т. П. Информационное общество: сущность, черты, проблемы / Т.П. Воронина. — М.: ЦАГИ, 1995. — 111 с.
4. Информационное общество и его особенности. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://studopedia.ru/13_162634_informatsionnoe-obschestvo-i-ego-osobennosti.html.
5. Информационное общество: понятие, признаки, хартия. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: oftob.com/статьи/72-информационное-общество.
6. Информатизация. Информационное общество. Информатика. Информационный ресурс общества и его особенности. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://allrefs.net/c42/3ya1e/p2/>
7. Белл Д. Социальные рамки информационного общества / Д. Белл. — М.: Экономика, 2004. — 308 с.
8. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States / F. Machlup. — NJ.: Princeton, 1962. — 283 p.
9. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 552 с.
10. Мартин У. Дж. Информационное общество (Реферат) / У. Дж. Мартин // Теория и практика общественно-научной информации. Ежеквартальник / АН СССР. ИНИОН; Редкол.: Виноградов В. А. (гл. ред.) и др. — 1990. — № 3. — С. 115–123.
11. Тоффлер Э. Третья волна / Э. Тоффлер. — М.: АСТ, 2004. — 781 с.
12. Вайцеккер Э. Фактор четыре. Затрат — половина, отдача — двойная. Новый доклад Римскому клубу / Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. — М.: Academia, 20 с.
13. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные технологии коррекции целей, стратегических решений и оперативных воздействий в динамике управления / Э.А. Трахтенгерц // Управление большими системами. — 2008. — Вып. 23. С. 81–110.

References

1. Trakhtenherts E.A. Komp'yuternye metody realizatsyy ekonomicheskikh y ynformatsyonnykh upravlencheskykh resheniy. Tom 1. Metody y sredstva / E.A. Trakhtenherts. — M.: SYNTEH, 2009. — 172 s.
2. Glossary Commander. Ynformatsiya. — [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupa: www.glossary.ru.
3. Voronyna T. P. Ynformatsyonnoe obschestvo suschnost', cherty, problemy / T.P. Voronyna. — M.: TsAHY, 1995. — 111 s.

4. Ynformatsyonnoe obschestvo y eho osobennosty. [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupa: http://studopedia.ru/13_162634_informatsionnoe-obschestvo-i-ego-osobennosti.html.
5. Ynformatsyonnoe obschestvo: poniatye, pryznaky, khartyia. — [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupa: oftob.com/stat'y/72-ynformatsyonnoe-obschestvo.
6. Ynformatyzatsiia. Ynformatsyonnoe obschestvo. Ynformatyka. Ynformatsyonnyj resurs obschestva y eho osobennosty [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupa: <http://allrefs.net/c42/3ya1e/p2/>
7. Bell D. Sotsyal'nye ramky ynformatsyonnoho obschestva / D. Bell. — M.: Ekonomyka, 2004. — 308 s.
8. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States / F. Machlup. — NJ.: Princeton, 1962. — 283 p.
9. Hlushkov V.M. Osnovy bezbumazhnoj ynformatyky / V.M. Hlushkov. — M.: Nauka. Hl. red. fiz.-mat. lyt., 1987. — 552 s.
10. Martyn U. Dzh. Ynformatsyonnoe obschestvo (Referat) / U. Dzh. Martyn // Teoryia y praktyka obschestvenno-nauchnoj ynformatsyy. Ezhekvtartal'nyk / AN SSSR. YNYON; Redkol.: Vynohradov V. A. (hl. red.) y dr. — 1990. — № 3. — S. 115–123.
11. Toffler E. Tret'ia volna / E. Toffler. — M.: AST, 2004. — 781 s.
12. Vajtszekker E. Faktor chetyre. Zarat — polovyna, otdacha — dvojnaiia. Novyj doklad Rymскому klubu / Vajtszekker E., Lovyns E., Lovyns L. — M.: Academia, 20 s.
13. Trakhtenherts E.A. Komp'iuternye tekhnolohyy korrektsyy tselej, stratehicheskykh reshenyj y operatyvnykh vozdeystvij v dynamyke upravleniya / E.A. Trakhtenherts // Upravlenye bol'shymy systemamy. — 2008. — Vyp. 23. S. 81–110.

Манцуров І. Г., д.е.н., професор,
член-кореспондент НАН України
Mantsurov I. G., Doctor of Science in Economics, Professor,
Corresponding Member of the
National Academy of Sciences of Ukraine

Александров О. В., д.е.н., проф. Бізнес Школи «МІМ Київ»,
Alexandrov O. V., Dr. in Economics, Professor of «MIM Kyiv»

СУЧАСНІ ТRENДИ РОЗВИТКУ PRIVATE BANKING & WEALTH MANAGEMENT ТА ЇХ ВПЛИВ НА УКРАЇНСЬКУ БАНКІВСЬКУ СИСТЕМУ

CURRENT TRENDS OF PRIVATE BANKING & WEALTH MANAGEMENT DEVELOPMENT AND THEIR IMPACT ON UKRAINIAN BANKING SYSTEM

АНОТАЦІЯ. У статті аналізуються сучасний стан банківського бізнесу по обслуговуванню великого приватного капіталу: Private Banking & Wealth Management. Фінансова криза, геополітичні невизначеності і ризики, регуляторний тиск, фундаментальне зниження доходності примушують здійснювати трансформації банківських установ і клієнтських підрозділів з більшою оперативністю, ніж це було в останні роки. Фактор часу і серйозність трансформаційних процесів збільшує вірогідність помилок, з одного боку, не дозволяє провести аналіз усіх можливих варіантів, з іншої, що позначається на ефективності.

Можливим рішенням на думку автора може стати аналіз вимог клієнтів, ніш генеруючих власників великих приватних капіталів, виділення нестандартних для усієї попередньої банківської практики сегментів клієнтів і створення стосунків з ними. Клієнт, як правило, сам дає відповіді на питання, потрібний їх аналіз і реакція з боку банку.

Найважливішою умовою є клієнтоорієнтованість, формування стратегії сервісу фінансової установи, розуміння соціально-психологічного портрету клієнта, з яким працює банк на тому або іншому ринку, постійна підготовка банківського персоналу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Великий приватний капітал, довіра, клієнтоорієнтованість, сервісна стратегія компанії, фінансовий інструментарій банку, цифровий банкінг, інновації.

АННОТАЦИЯ. В статье анализируются современное состояние банковского бизнеса по обслуживанию крупного частного капитала: Private Banking & Wealth Management. Финансовый кризис, геополитические неопределенности и риски, регуляторное давление, фундаментальное снижение доходности заставляют осуществлять трансформации банковских учреждений и клиентских подразделений с большей оперативностью, чем это было в последние годы. Фактор времени и серьезность трансформационных процессов увеличивает вероятность ошибок с одной стороны, не позволяет провести анализ всех возможных вариантов с другой, что сказывается на эффективности.

Возможным решением по мнению автора может стать анализ требований клиентов, ниш генерирующих владельцев крупных частных капиталов, выделение нестандартных для всей предыдущей банковской практики сегментов клиентов и создания отношений с ними. Клиент, как правило, сам дает ответа на вопрос, нужен их анализ и реакция со стороны банка.

Важнейшим условием является клиентоориентированность, формирование стратегии сервиса финансового учреждения, понимание социально-психологического портрета клиента, с которым работает банк на том или ином рынке, постоянная подготовка банковского персонала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Большой частный капитал, доверие, клиентоориентированность, сервисная стратегия компании, финансовый инструментарий банка, цифровой банкинг, инновации.

ABSTRACT. The article analyzes current banking on the territory of ex-USSR: fundamental economic and political crisis, destruction of existing client service paradigm, high level of distrust to the banking business and to the professionals – financiers. New generation obtains new sociological clients behavior of banking service and financial instruments. Banks must be ready for radical changes. Author supposes that the decision can be in work principles change, when bank specialist works not like a seller, but like a consulter, who is able to consider different variants to choose the best one.

Precondition for this approach success is open architecture: invitation of the best specialists and the best decisions of the market on outsource conditions.

KEYWORDS. Outsource, high net wealth individuals (HNWI), trust, relationship manager, sociological clients behavior, banks financial offer and solutions, digital banking, innovation.

Вступ.

Сучасний стан Private Banking & Wealth Management характеризується змінами, які відбуваються у світовій економіці. Ці зміни найактивнішим чином зачіпають інтереси великого приватного капіталу: його власників, інститути і професіоналів, що ведуть його обслуговування; примушують міняти їх стратегію і підходи роботи.

До найвидиміших трендів, що властиві країнам СНД, можуть бути віднесені:

- 1) вимушена «однотипність» банків;
- 2) високий рівень недовіри до банків і фінансових інститутів держави;
- 3) зростаючий інтерес до цифрових технологій у секторі Private Banking;
- 4) збільшення регуляторного тиску (на внутрішньому рівні і рівні світових об'єднань);
- 5) зосередження значного об'єму коштів у готівці;
- 6) специфічні соціально-психологічні установки і стереотипи соціуму;

7) розвиток сервісних стратегій фінансових установ.

Для розуміння необхідно коротко зупинитися на кожній з перерахованих тез. Сучасний світ низької прибутковості за традиційними інструментами, що використовуються клієнтами з країн СНД, і традиційне консервативне відношення до ризиків в певному значенні «вибило ґрунт» з-під банків. Банки, як з точки зору тарифікації, так і з точки зору фінансового інструментарію, стали «типовими».

Банківська система країн СНД і бізнес Private Banking еволюційно пройшли в досить стислий термін у порівнянні з країнами розвинених економік ітерації розвитку:

1) рівень продукту. Рівень, коли конкуренція йшла на продуктовому рівні: була можливість створювати і пропонувати клієнтові щось нове, унікальне. І зараз зберігається можливість для створення чогось відмінного від конкурентів, не даремно активно використовується визначення ІДЕЇ як валюти XXI століття. Але технології копіювання-тиражування за цей час розвинулися настільки, що практично не залишають часу на використання переваги володіння унікальним фінансовим інструментом;

2) рівень тарифу. У даному випадку все очевидно: зниження прибутковості, ризики у свою чергу найістотнішим чином понизили маржинальну доходність і комісійну доходність банківської установи. Час тарифних війн і конкуренції в тарифному полі відішли в минуле. З'явилися інші вимоги – до прозорості тарифів, до логіки їх встановлення, але це вже питання на межі з сервісною моделлю ведення бізнесу;

3) рівень формування додаткової вартості за рахунок нефінансових послуг. Так як і раніше, для клієнта і його родини важливі комплексність обслуговування, добротний консьєрж і Life Style Management, але все ж це додаткові послуги, і вони в меншій мірі здатні забезпечити стійкість фінансової установи;

4) рівень процесів. Можна припустити, що цей рівень пройдений більшістю банків СНД у період з 2009 по 2014 рік, коли активно велася робота по оптимізації процесів, більшої ефективності, скороченню витрат. Хоча за великим рахунком питання ефективності буде актуальне завжди;

5) рівень інтересів клієнта (сервісна стратегія і рівень сервісної моделі). По суті, усі сучасні банківські установи в основі свого успіху називають сервісну стратегію, спрямовану на розуміння клієнта, урахування його інтересів. Основний процес конкуренції у сучасному світі розгортається виключно в цьому напрямку. Формула «розуміння клієнта – якість – оперативність –

професіоналізм» може бути застосована до будь-якої спеціалізації банківського бізнесу.

Стисло про соціально-психологічні установки суспільства і питання недовіри клієнтів. Очевидно, що населення кожної країни має свої специфічні характеристики, але в той же час є і загальні моменти, що ґрунтуються на спільній історії і на шляху розвитку країн у рамках Російської Імперії, потім у складі СРСР. Перший і важливий момент, клієнт з яким працюють експерти Private Banking, – це перше покоління власників капіталу з усіма властивими позитивними і негативними характеристиками. Ці клієнти нещодавно стали заможними, і тому тенденції суспільства впливають на них більшою мірою, ніж на представників здебільшого закритих соціумів власників великого приватного капіталу в 3–4 поколіннях у країнах заходу.

Сучасному стану властиво істотне розшарування суспільства на багатих і бідних з мінімальною складовою середнього класу. Розшарування постійно збільшується, і це стосується не лише об'єму капіталу, але й таких критеріїв, як доступність освіти, доступ до інформації та ін. При цьому, ще з часів СРСР у цілому це високоосвічений соціум, який гостріше переживає і власну бідність, і має досить високі вимоги до якості банківських послуг і технологій.

З точки зору співвідношення порогу бідності, можна підкреслити рівні виміру, які використовуються ООН і Всесвітнім Банком:

Стандарт ООН: витрати на проживання менше 5 доларів США на день (тобто близько 150 доларів США в місяць);

Стандарт Всесвітнього Банку: 1,9 доларів США на день (з 2015 року), тобто близько 60 доларів США в місяць.

У країнах розвинених економік зазвичай використовують параметр так званих витрат на купівлю продуктів харчування: якщо домогосподарство витрачає 50 % бюджету (і більше) на продукти харчування, таке домогосподарство відноситься до бідних.

Подібний стан формує феномен суспільства виживання, суспільство «одного дня»: коли розглядаються короткострокові фінансові і бізнес питання і проблеми, не враховуючи стратегічну перспективу. З точки зору відбиття таких параметрів на банківському бізнесі це означає відсутність можливості вести фінансове планування на тривалий термін, а отже втрату можливості оперування складними фінансовими інструментами. Незатребуваність або відторгнення цих послуг у значної більшості приховано формує недовірливе або навіть негативне відношення до цього інструментарію і у представників – власників великого капіталу.

Для країн СНД історично характерний високий рівень недовіри до інститутів держави і до банківської системи зокрема. Провиною є і перманентні політичні і фінансові кризи, і прояви «дикого капіталізму». Як результат більше 50 % населення заявляють про часткову або повну недовіру по відношенню до банків або банківських співробітників.

Так, згідно з дослідженням економічного порталу finance.ua, у 2015 році на питання «коли банківській системі України можна буде знову довіряти»? відповідь «ніколи» не дали 64 % респондентів. Дослідження Інституту соціології РАН «Російські банки в очах громадської думки: досвід соціологічного аналізу» у відповідь на питання «хто такі банкіри»? отримав майже 50 % відповідей респондентів «особлива категорія бізнесменів, орієнтована на особисте збагачення». Подібне відношення підкреслює і дослідження 2016 року Московської Школи Управління «Сколково»: біля 57 % власників великого приватного капіталу вважають, що основа успішності у бізнесі – особиста участь в управлінні капіталом.

Банківська система країн СНД є свого роду «кривим дзеркалом» західної банківської системи, де через зниження прибутковості, і відповідно зацікавленість клієнта до складного інструментарію, зростає рівень довіри до банківських фахівців і професійних компаній – провайдерів послуг Wealth Management.

За даними дослідження World Wealth Report – 2016 компанії Cargemini, рівень довіри склав:

- Wealth Management компанії: 73,9 % (у 2015 році: 57,5 %);
- Wealth Manager: 59,4 % (у 2015 році: 57,5 %).

Що об'єднує власників великого приватного капіталу – це виділення фактору особистої безпеки, безпеки капіталу, що належить їм, захисту приватної власності від втручання або впливу держави. Треба визнати, що в країнах СНД цей ризик вище ніж у країнах розвинених економік. Цим багато в чому обумовлений значний об'єм готівки на руках у населення.

Загальносвітовий тренд розподілу капіталу згідно з дослідженням Cargemini для європейських країн:

- близько 20 % готівка (загальносвітовий показник 23,5 %);
- нерухомість 22 % (загальносвітовий показник 17,9 %);
- акції 25,2 % (загальносвітовий показник 24,8 %);
- альтернативні інвестиції 15 % (загальносвітовий показник 15,7 %);
- інструменти Fixed Income 18 % (загальносвітовий показник 18 %).

Для прикладу, в Україні за розрахунками різних експертів об'єм готівки на руках населення складає суму від 35 млрд доларів США до фантастичних 85 млрд доларів США.

Обов'язково треба приділити увагу питанню цифрових технологій. Тривалий час вважалося, що бізнес Private Banking & Wealth Management – це один з найконсервативніших банківських бізнесів, в якому немає місця нікому, окрім приватного банкіра і особистих стосунків з клієнтами. Цифрові технології все ж таки відносилися здебільшого до масового банківського бізнесу і платіжних технологій. Все змінюється, і передусім – об'єм інформації, яка вимагає систематизації, аналізу і висновків, за якими виникне ухвалення рішення. Тут уже не обійтися без цифрових технологій. І це розуміють і клієнти, і банківські фахівці.

Boston Consulting Group вказує на значні об'єми інвестицій у цифрові технології бізнесу по роботі з великим приватним капіталом:

по-перше, об'єм інвестицій близько 5 мільярдів дол. США (у 2012 про інвестиції в Айти заявляли 315 гравців ринку з сумою інвестицій 1,7 млрд дол.; за підсумками 2015 вже 700 гравців говорять про зміни і сума інвестицій 5 млрд дол.);

по-друге, клієнти питання цифрових технологій вказують як позицію номер 3(!!!) під час вибору банку або при зміні приватного банкіра.

Рівень впливу фактору на вибір Wealth Manager :

- тип продукту: 28 %;
- рекомендації, що заслуговують на довіру: 31 %;
- репутація бренду: 32 %;
- digital sophistication: 36 %;
- інформація про існуючий досвід про попередній досвід: 47 %;
- прозорі і чесні тарифи: 70 %.

Рівень впливу на фактор ухвалення рішення про зміну Wealth Manager:

- догана інформація про бренд(преса): 35%;
- звільнення менеджера: 15%;
- digital innovation: 61 %;
- рівень сервісу і взаємовідносин з клієнтом: 75 %;
- найкраща пропозиція: 82 %.

Тут же необхідно вказати на вимоги клієнтами сервісу і рівня взаємовідносин (75 %). Як підкреслює дослідження, цей параметр дійсно дуже і дуже затребуваний клієнтами.

Дослідження Cargemini показують, що в Європі більше 60 % клієнтів – власників великого приватного капіталу користуються послугами Automated Advisory Services, і їх кількість зростає досить швидко (з 45,8 % у 2015 році до 60,6 % у 2016 році). За підсумками 2016 року біля 30 % приватних банкірів вказали на все більше використання в роботі подібного сервісу.

Існує ще велика група факторів, які не завжди враховують, але які дуже позитивно впливають як на сегмент клієнтів – власників великого приватного капіталу, так і на розвиток банківської системи в цілому, а саме:

1) ефективний «засіб» боротьби з шахрайством, оптимізація часу роботи підрозділів Compliance і проходження процедури KYC (систематизація даних дозволяє ефективно вирішувати ці проблеми);

2) відхід від посередників, віддалена ідентифікація клієнта (як наслідок, оптимізація часу клієнта і виконання банківської операції, зниження витрат);

3) побудова звітності у форматі, зручному для клієнта (працює як на відновлення довіри, так і на задоволення потреби оперативності, простоти і сервісу);

4) можливість навчання клієнта і членів його сім'ї (клієнту часто простіше скористатися автоматичним радником в питанні навчання);

5) сучасний парадокс: технологічність та інноваційність впливають на «вирівнювання» ринку (тобто виконують свого роду соціальну функцію), що дозволять, по-перше, залучати нових користувачів, по-друге, працювати над постійним удосконаленням технологій;

6) можливість формування первинного або середньорівневого фінансового плану, ґрунтуючись на рекомендаціях Automated Advisory Services.

Окремим питанням – викликом індустрії є питання змін юридичного формату ведення бізнесу, як у рамках країн СНД, так і в рамках світового співтовариства. Це і нові вимоги щодо протидії відмиванню коштів, зароблених злочинним шляхом, спробам приховування і несплати податків. Формати, в які залучені країни СНД, в основі спираються на вимоги країн OECD, вимоги FATF, FATCA. Обмін інформацією став реальністю у форматі CRS і є розуміння того, що цей процес буде оптимізуватися і розвиватися постійно країнами-учасниками домовленостей.

Цікаву для осмислення інформацію наводить у своєму дослідженні компанія Boston Consulting Group: з урахуванням зрос-

тання пресингу Compliance і законодавчих обмежень, індустрія Private Banking спостерігає скорочення географій, з якими працюють приватні банкіри (від 15–20 до поточного рівня 3–5). Це відзначається експертами як істотне скорочення рівня сервісу. Вказується, що через «ускладнення» законодавства зростатимуть витрати індустрії з точки зору супроводу вимог, а отже логічна відмова від частини рішень.

Питання сервісних стратегій і рішень. По суті, відповіді дають клієнти особисто. Перш за все, ними всіляко підкреслюється важливість якості, сервісної моделі та персонального ставлення до клієнта.

Багато в чому це питання підготовленого персоналу, про що ведуть мову клієнти-респонденти дослідження Capgemini, де клієнти двох вікових груп виділили основні професійні компетенції:

- 1) інвестиційне консультування;
- 2) загальне фінансове планування і пенсійний план;
- 3) розуміння бізнесу клієнта;
- 4) не інвестиційний консалтинг.

Крім цього, як уже зазначалося, велика кількість клієнтів як один з елементів сервісної пропозиції відзначає обсяг і глибину інвестиційного консалтингу, доступність для клієнта даних для прийняття рішення.

Важливим стає підхід до тарифоутворення. Клієнт готовий платити, але коли розуміє, виходячи з чого були сформовані дані тарифи, віддає перевагу тим гравцям ринку, які пропонують тариф, заснований на реальному заробітку клієнта (тобто якийсь відсоток від отриманого клієнтом прибутку). Значення має не гра на тарифі, що не дисконт, а принцип встановлення тарифу.

Банки і фінансові установи все в більшій мірі висувають вимоги до себе з точки зору більшої клієнтоорієнтованості, для чого проводяться виділення і глибинне дослідження все нових сегментів, які раніше вважалися «нетрадиційними» або такими, що не заслуговують на побудову виділених рішень під них.

Так, Boston Consulting Group виділяє як цікаві та перспективні сегменти: заможні клієнти – власники великого приватного капіталу – жінки; покоління millennials.

Перший сегмент (заможні леді):

– володіють близько 30 % усього світового wealth на кінець 2015 р.

Другий сегмент (Millennials):

– близько 10 % світового приватного капіталу на кінець 2015 р., активно зростаючий сегмент.

Висновки.

З точки зору популярної у країнах СНД «теорії поколінь», у цілому слід розуміти, що все більше і більше набуває активне життя, так зване «покоління Y» (роки народження в межах з 1983 по 2003). За статистикою, що наводиться в роботі «Bank 3.0» Бреттом Кінгом, у США вже близько 25 % зайнятого населення представники цього покоління, а до 2020 трудові ресурси будуть складатися на 50 % з представників даного покоління.

Це означає і вірну перебудову процесів і технологій банку, відповідну підготовку банківських фахівців. Багатьма фахівцями відзначається, що в світі сучасних банківських технологій можна побачити канал, через який був куплений або використаний клієнтом той чи інший фінансовий інструмент або послуга, але відстежити і зрозуміти «чому» – практично неможливо. Фактично всі сервіси омніканальні, тому що доступні і в off-line режимі і в on-line режимі, при контакті з живим консультантом і з автоматичним радником-роботом. Банку просто необхідно знайти той стан, коли створюється кращий клієнтський досвід, за яким буде видно задоволеного і лояльного до банку клієнта.

Банківський бізнес Private Banking & Wealth Management є одним з найбільш перспективних напрямків сучасного банківського бізнесу як з точки зору потенціалу клієнтського сегменту (стійке зростання добробуту), так і з точки зору можливості фінансової і сервісної пропозиції клієнту. При цьому повинні враховуватися сучасні реалії, які дозволять здійснити необхідну трансформацію сервісної моделі роботи і зробити сам бізнес ефективнішим:

1) цифрові технології: визначаються і клієнтами і банками-лідерами як основа трансформації;

2) більший рівень «customization»: виділення нових підсегментів; орієнтація на сучасні тренди: географії присутності банку і підготовка інструментарію (і навичок його професійного використання банківськими фахівцями), релевантного по відношенню до кожного підсегменту;

3) увага приділяється прозорості тарифів і поділу ризиків з клієнтами – комісії при позитивному результаті клієнта;

4) для країн СНД: підготовка до взаємодії з другим поколінням власників капіталів;

5) перехід до роботи над сервісом: він повинен стати основою роботи банківської установи. Сервісна стратегія компанії – один з найважливіших елементів комплексної стратегії банку.

Література

1. Global Wealth – 2016 „Navigating the New Client Landscape” Boston Consulting Group.
2. World Wealth Report – 2016 Capgemini.
3. «Семейные офисы в России: мифы и реальность» – 2016 Школа Управления «Сколково».
4. Бретт Кінг Банк 3.0 М.: ЗАО «Олимп Бизнес, 2014, – 520 с.
5. Манцуров І.Г. Фінансова статистика : підручник / І.Г. Манцуров, А.А. Шустіков. – К.: КНЕУ, 2009. – 528 с.
6. Манцуров І.Г. Інституційне планування в системі державного регулювання економіки: монографія / І.Г. Манцуров. – К.: НДЕІ, 2012. – 457 с.
7. Дослідження порталу www.finance.ua – 2015.

References

1. Global Wealth – 2016 „Navigating the New Client Landscape” Boston Consulting Group.
2. World Wealth Report – 2016 Capgemini.
3. «Semejnye ofisy v Rossyy: myfy y real'nost'» – 2016 Shkola Upravleniya «Skolkovo».
4. Brett Kinh Bank 3.0 M.: ЗАО «Olymp Byznes, 2014. – 520 s.
5. Mantsurov I.H. Finansova statystyka : pidruchnyk / I.H. Mantsurov, A.A. Shustikov. – K.: KNEU, 2009. – 528 s.
6. Mantsurov I.H. Instytutsijne planuvannia v systemi derzhavnoho rehuliuвання ekonomiky: monohrafiia / I.H. Mantsurov. – K.: NDEI, 2012. – 457 s.
7. Doslidzhennia portalu www.finance.ua – 2015.

Дрига С.Г., д.е.н., професор кафедри статистики КНЕУ
Dryha S.G., Dr. in Economics, Statistical
Department Professor, KNEU

Манцуров Д. І., к.е.н., Міністерство фінансів
України, завідувач відділу
Mantsurov D. I., PhD in Economics, Ministry of Finance
of Ukraine, Head of Department

Манцурова А.М., аспірант, ДВНЗ
«Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»
Mantsurova A. M., PhD Student, KNEU

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК СКЛАДОВА ДЕРЖАВНОЇ СТРАТЕГІЇ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF FORECASTING AS A COMPONENT OF THE STATE REGIONAL DEVELOPMENT STRATEGY

АНОТАЦІЯ. Стаття присвячена проблемним питанням розробки концептуальних засад прогнозування розвитку регіонів на основі динамічних демографічних та економічних моделей. Запропоновано підходи, застосування яких дозволяє здійснити тісну ув'язку складових демографічних та економічних моделей, що підвищує рівень їх адекватності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Економічний і соціальний розвиток регіонів, статистичне моделювання та прогнозування, демографічні та економічні моделі, Державна стратегія регіонального розвитку.

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена проблемным вопросам разработки концептуальных основ в прогнозировании развития регионов на основе динамических демографических и экономических моделей. Предложены подходы, применение которых позволяет осуществить тесную увязку составляющих демографических и экономических моделей, что повышает уровень их адекватности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Экономическое и социальное развитие регионов, статистическое моделирование и прогнозирование, демографические и экономические модели, Государственная стратегия регионального развития.

ABSTRACT. The article is devoted to problematic issues in elaborating conceptual references of forecasting the regional development based on dynamic demographic and economic models. Applying the proposed approaches enables to carry out a close linkage in components of demographic and economic models, which increase the level of their adequacy.

KEYWORDS. Economic and Social Development of Regions, Statistical Modeling and Forecasting, Demographic and Economic Models, State Strategy for Regional Development.

Вступ.

В сучасних умовах розвиток України та її регіонів здійснюється під впливом геополітичних і внутрішніх викликів зростання відкритості економіки. Окрім цього, з'явилися додаткові ризики, пов'язані як із зовнішнім агресивним військовим впливом дій Російської Федерації стосовно Автономної Республіки Крим і східних регіонів України, що, з одного боку, зумовлює необхідність посилення обороноздатності країни, вдосконалення структури національної економіки, раціонального використання наявних і залучених фінансових ресурсів, а з іншого – ускладнює управління регіональними розвитком, посилюються наявні регіональні диспропорції, активізує міграційні процеси тощо. Крім того, активізується курс України на євроінтеграцію, що актуалізує необхідність підготовки нового стратегічного документа, розробленого відповідно до європейських стандартів, на період, що синхронізується з плановими та бюджетними циклами ЄС. Це вимагає змін у підходах до стратегічного розвитку регіонів України та визначення цілей державної політики регіонального розвитку на перспективу.

Постановка задачі.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року» (від 6 серпня 2014 р. № 385) [3] стратегічною метою реалізації державної регіональної політики є створення умов для динамічного, збалансованого розвитку регіонів України, що здійснюється для забезпечення соціальної та економічної єдності держави, підвищення рівня конкурентоспроможності регіонів, активізації економічної діяльності, підвищення рівня життя населення, додержання гарантованих державою соціальних та інших стандартів для кожного громадянина незалежно від місця проживання.

Як відомо, Стратегія визначає цілі державної регіональної політики та основні завдання центральних і місцевих органів виконавчої влади і органів місцевого самоврядування, спрямовані на їх досягнення, а також передбачає узгодженість державної регіональної політики з іншими державними політиками, які спрямовані на територіальний розвиток.

При цьому важливою умовою здійснення управлінської діяльності щодо реалізації державної регіональної політики є запровадження надійного інформаційно-аналітичного забезпечення Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року (далі, – ДСРР), розроблення та реалізації процедур коректного

прогнозування розвитку регіонів і системи моніторингу процесу досягнення цілей ДСРР.

Виходячи з цього, **метою дослідження, основні результати якого викладені у цій статті**, є вдосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення стратегічного управління регіональними розвитком і запровадження системи прогнозування та контролю за його результативністю.

Основна частина.

Події, які мають місце в Україні з початку 2014-го року, обумовлюють кардинальні зміни умов розвитку економіки країни та всіх її регіонів. Перш за все це пов'язано із значними втратами потенціалу базових галузей промисловості Донбасу та АПК у структурі економіки. З втратами контролю над газовими родовищами Чорноморського шельфу та туристичним бізнесом Криму і над значною частиною гірничодобувної, металургійної та хімічної промисловості Донбасу, економіка країни вже не матиме такого характеру розвитку та структури, що були визначені Стратегією регіонального розвитку на період до 2020 року, оскільки за базовий рівень був прийнятий 2013 рік.

У зв'язку з цим середньострокове передбачення розвитку економіки в регіонах країни та очікувані результати реалізації Стратегії в рік завершення її дії (2020 рік) потребують уточнень і розробки статистичного інструментарію регіональних стратегій економічного розвитку. Це сприятиме своєчасному визначенню цільової орієнтації діагностики регіонів і спрямованості її на результати і дасть підстави обґрунтувати доцільність розробки Стратегії сталого економічного зростання регіонів виключно на основі комплексної діагностики.

Сучасні умови розвитку нашої країни вимагають шукати нові підходи до розв'язання проблем стабільності процесів в економіці та соціальній сфері регіонів і виявляти тенденції, які поступово переходять у закономірності.

Регіональна політика є важливою складовою державної економічної політики країни, а у Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020» (схвалена Указом Президента України від 12.01.2015 року №5/2015) зазначено, що у дорожній карті та першочергових пріоритетах її реалізації серед реформ і програм розвитку держави за вектором відповідальності передбачено децентралізація та реформа державного управління, а також реформа регіональної політики [1].

Аналізуючи сучасний стан економіки України в цілому та регіональний розвиток зокрема, можна стверджувати, що фінансо-

во-економічна криза вплинула на функціонування усіх складних економічних і соціальних систем. Тому забезпечення стабільності та оптимального регулювання функціонування їх для нашої країни є одним із пріоритетних напрямів державної політики.

У зв'язку з цим економічні та соціальні зміни, що відбуваються в Україні, вимагають концептуально цілісного системного підходу з урахуванням застосування нового інструментарію для аналізу та оцінки стабільності та оптимального регулювання регіонального розвитку.

У запропонованих індикаторах і показниках регіонального розвитку віддзеркалено основні напрями сучасних досліджень стратегії економічного розвитку регіону. Зазначимо, що регіон – це складна динамічна система, яка функціонує у сучасних умовах, характеризується внутрішніми і зовнішніми зв'язками, яка відображає ключові аспекти господарювання, співвідношення між його основними ланками, а також рівень використання природно-ресурсного, трудового, фінансового потенціалу, що притаманно комплексному та збалансованому розвитку регіону в межах його економічного простору.

У статті пропонуються методологічні засади щодо розробки демографічного та економічного прогнозу розвитку регіонів України, які базуються на загальних положеннях і враховують термінологію, визначену методологічними положеннями Держстату України, Мінекономрозвитку України, Мінсоцполітики України, регіональних органів влади, базовій технології прогнозування, яка може змінюватися залежно від визначених конкретних його завдань.

Інформаційною базою для здійснення демографічного та економічного прогнозів є статистичні дані Держстату України, області, регіональних органів виконавчої влади тощо.

Прогнозування є складовим елементом науково-обґрунтованого передбачення перспектив розвитку області. Згідно концептуального підходу авторів, процес прогнозування здійснюється на основі прогнозного комплексу, в який входять:

- 1) демографічний прогноз, який дозволяє оцінити співвідносність майбутньої чисельності населення з сьогодишньою з урахуванням змін рівнів народжуваності, смертності та чистої міграції (як всередині країни, так і за кордон);

- 2) економічний прогноз, який дозволяє оцінити зміни обсягів та структури виробництва валового регіонального продукту (ВРП) та його складових, зокрема, – валової доданої вартості (ВДВ) усього, в тому числі, за рахунок впливу різних факторів;

3) бенчмаркінг - це порівняння кількох ключових показників розвитку регіону з відповідними показниками інших регіонів України та зарубіжних країн.

Методи статистичного прогнозування, які використовувалися в процесі дослідження, спираються на основні положення демографічної та економічної статистики, адекватно відображають реальну демографічну ситуацію, враховують найважливіші чинники впливу на прогнозовані показники, відповідають установленим критеріям взаємозв'язку між процесами та надають можливість отримати відповідні кінцеві регулятори.

Результати прогнозних розрахунків мають доповнюватися їх експертним аналізом (коригування, уточнення вихідної інформації, вибір оптимального варіанта з кількох альтернативних на підставі порівняльного аналізу). Результат прогнозування враховує наявні тенденції соціальних змін і вплив заходів соціально-економічної політики в прогнозному періоді на розвиток демографічної ситуації.

Головними принципами побудови демографічного та економічного прогнозу є: а) багатоваріантність прогнозування залежно від сценарних умов, які складаються із зовнішніх умов і внутрішньої економічної ситуації; б) урахування невизначеності майбутніх умов для соціально-економічного розвитку і поведінки населення, що важко піддаються прогнозуванню; в) урахування зв'язку демографічних соціально-економічних процесів; г) використання відносних показників (співвідношення між показниками) як таких, що мають стабільніші тенденції.

Загальна технологія демографічного прогнозування складається з таких етапів:

- попередній аналіз об'єкту прогнозування;
- вибір сценарних умов і прогнозування припущень;
- збір статистичної інформації і наповнення демографічної та економічної моделі (системи рівнянь) необхідними статистичними даними;
- проведення прогнозних розрахунків на підставі демографічної та економічної моделі;
- оцінка якості та вірогідності здійснення прогнозу.

Для прогнозування чисельності населення використовуються припущення щодо рівня народжуваності, смертності та міграції. З метою формулювання припущень створюється інформаційна база:

- рівень народжуваності залежно від віку матерів;
- рівень смертності для кожної вікової групи і статі;

- рівень міграції для кожної вікової групи і статі;
- рівень внутрішньої міграції для кожної вікової групи і статі.

Через непевність майбутнього в демографічному прогнозі мають враховуватися кілька можливих сценаріїв з тим, щоб встановити межі демографічного майбутнього регіону.

Інформаційна база демографічного прогнозування базується на статистиці Держстат України в такому розрізі:

1) загальна чисельність населення з розподілом за віком з кроком в 1 рік, та статтю (2002–2015 роки);

2) загальна кількість новонароджених з розподілом за віком матері з кроком в 1 рік (2000–2015 роки);

3) загальна кількість померлих з розподілом за віком з кроком в 1 рік, та статтю (2000–2015 роки);

4) міграційний приплив з розподілом за віком з кроком в 1 рік і статтю та джерелом міграції – Україна/інші країни (2000–2015 роки).

Міграційний відтік з розподілом за віком з кроком в 1 рік і статтю та джерелом міграції – Україна/інші країни (2002–2015 роки).

Розрахунок часткових коефіцієнтів народжуваності, застосованих до п'ятирічних вікових груп, полягає в тому, щоб дослідити історичну картину таких часток.

Для прогнозування чисельності і структури населення в рамках реалізації демографічного прогнозу здійснюється аналіз чинників, які впливають на ці явища, і формуються відповідні сценарії, які складаються з комплексу припущень щодо народжуваності, смертності та міграції.

Для побудови базового сценарію прогнозу використовуються дані щодо рівня народжуваності й смертності за останній рік, а також рівня міграційного припливу і відтоку населення за останній рік. Одержаний тренд переноситься на весь період прогнозу.

Основне припущення щодо народжуваності, смертності і міграції у базовому сценарії полягає в тому, що тенденції останнього року залишатимуться незмінними протягом всього прогнозного періоду. Таким чином, базовий сценарій відобразить очікувані показники кількості і структури населення за умови, що поточні коефіцієнти зберігатимуться протягом усіх років, на які робиться прогноз.

Після визначення базового сценарію формуються інші сценарії щодо народжуваності, смертності і міграції – песимістичний (низький), оптимістичний (високий) і найімовірніший (реалістичний) сценарій. При формуванні сценаріїв здійснюється

аналіз чинників, що впливають на народжуваність, смертність і міграцію.

При прогнозуванні тренду народжуваності формуються припущення щодо змін сумарного коефіцієнту народжуваності (СКН). Як оптимістичний (високий) сценарій народжуваності може прийматися збільшення СКН до 2,1 (коефіцієнт природного заміщення). Низька народжуваність (песимістичний сценарій) означає збереження СКН на низькому рівні або його повільне зростання та подальша стабілізація на низькому рівні.

Для верифікації припущень щодо СКН використовуються прогнози міжнародних організацій щодо України (прогнози ООН та інші), урядові прогнози щодо соціально-економічного розвитку країни чи окремих її територій, аналітичні звіти і рекомендації науково-дослідницьких установ, експертів у галузі розроблення політик регіонального розвитку і програмування, фахові наукові публікації, методичні рекомендації, звіти про виконання Державної стратегії регіонального розвитку, державних цільових програм, регіональних і місцевих програм соціально-економічного розвитку тощо.

Після зміни тренду СКН одержана динаміка народжуваності аналізується і порівнюється з базовим сценарієм.

При прогнозуванні майбутнього тренду сумарного коефіцієнту смертності (СКС), через який прогнозується середня очікувана тривалість життя при народженні, визначається, які фактори мали вплив останнім часом на середню тривалість життя. Серед важливих факторів враховуються: більш здоровий спосіб життя, поширення здорового харчування, зменшення кількості курців і помірніше споживання алкоголю, безпечніші умови праці, безпечніше керування автотранспортом, розвиток медицини (у т.ч. нові вакцини, ефективніші методи лікування, відкриття нових лікувальних закладів) та ін.

Сценарії смертності розробляються з різними коефіцієнтами смертності (високими і низькими) та різною динамікою смертності серед чоловіків і жінок. При цьому враховується, що коефіцієнти смертності чоловіків і жінок можуть змінюватися однаково або по-різному. При прогнозуванні може бути встановлене більше зниження рівня СКС для чоловіків, ніж для жінок, якщо є підстави вважати, що в майбутньому здоров'я чоловіків покращуватиметься.

При песимістичному сценарію коефіцієнти смертності залишаються незмінними, або їхній тренд може мати незначне покращення. При оптимістичному сценарію коефіцієнти смертності

знижуються, що, в свою чергу, призводить до збільшення очікуваної тривалості життя.

Врахування розриву у тривалості життя чоловіків і жінок є важливим, оскільки він є досить великим в Україні, але може скорочуватись в окремих областях чи містах. Якщо на території області за останні роки цей процес мав місце, то визначається, чи є підстави вважати, що таке скорочення триватиме. Якщо цей розрив в області не скорочувався, то визначаються очікування щодо того, чи зміниться ситуація у майбутньому.

Після зміни трендів СКС для чоловіків і жінок одержана динаміка тривалості життя аналізується і порівнюється з базовим сценарієм.

При прогнозуванні показників припливу і відтоку населення враховуються такі фактори, як закриття чи відкриття великих підприємств з порівняно значною (у масштабах регіону) чисельністю працюючих; відкриття (закриття) вищих навчальних закладів; істотні зміни економічної та екологічної ситуації, інші фактори позитивного або негативного впливу (ризика).

При цьому, консолідована модель надає можливість змінювати показники міграційного припливу та відтоку населення з розбивкою за напрямом міграції (між регіонами України, з України до інших країн, з інших країн до України). У межах моделі окремо прогнозується динаміка припливу населення і відтоку населення. При цьому підсумковим показником, за яким оцінюється вірогідність того чи іншого сценарію, є сальдо міграції (в Моделі використовується термін «чиста міграція»).

Довгострокове передбачення інтенсивності міграції базується на відносній потужності і диверсифікованості економіки області у порівнянні з іншими областями України і природному рівні безробіття на відповідній території. Природне безробіття є оціночною величиною. У довгостроковій перспективі структура ринку праці, за відсутності криз і визначних подій в економічному житті, стабілізується навколо оціночного рівня природного безробіття. Внаслідок цього робиться припущення, що показник сальдо міграції (чистої міграції) також стабілізується на одному рівні через декілька прогнозних років.

Після зміни рівнів міграції одержана динаміка міграції аналізується і порівнюється з базовим сценарієм.

Після опрацювання різних сценаріїв народжуваності, смертності і міграції виконавцем прогнозу обирається найімовірніший сценарій, що забезпечуватиме реалістичність прогнозу (прогноз не повинен бути надто оптимістичним чи песимістичним). Будь-які зміни у базовому сценарії мають бути обґрунтованими.

Використання виконавцем демографічного прогнозу коефіцієнтів народжуваності або рівня тривалості життя, які відрізняються від оцінок авторитетних джерел (таких, як Прогноз ООН щодо кількості населення в світі), також повинно мати додаткове вагоме обґрунтування.

Економічний прогноз для регіону розробляється з метою розрахунку економічних показників області, таких як ВРП, ВДВ, кількість зайнятих, оплата праці, доходи у розрізі видів економічної діяльності (ВЕД).

Модель економічного прогнозування має на меті прогнозування ключових економічних показників області. Сфера використання прогнозів таких показників є доволі широкою, проте, у даному випадку, вони використовуватимуться, головним чином, як вхідні дані для визначення різних категорій доходів у моделі бюджетного прогнозування.

В сучасних умовах децентралізації та зважаючи на суттєві розбіжності між економічними структурами областей України, сукупний прогноз економічної діяльності в області бажано «розбудувати» на основі прогнозів економічної діяльності на рівні ВЕД економіки у межах територіальної громади. Таким чином, сукупний номінальний обсяг ВДВ в області є сумою номінальних обсягів ВДВ ключових ВЕД, а сукупна кількість зайнятих в області є сумою кількості зайнятих у відповідних ВЕД. Такий підхід дозволяє робити моделі економічного прогнозування керованими та доречними для тих, хто здійснює планування на місцевому рівні.

Інформаційною базою моделі економічного прогнозування розвитку регіону є звітна та оперативна інформація Державної служби статистики України, а також інформація Міністерства економічного розвитку та торгівлі України, НБУ, Головних статистичних управлінь областей, Міжнародного валютного фонду, UNFPA, UNHCR, ІОМ, Євростат та інших міжнародних організацій. Основними показниками, які відображають ретроспективну динаміку розвитку області і використовуються в даній моделі є:

- 1) ВДВ регіону за видами економічної діяльності у фактичних цінах (млн грн);
- 2) індекси фізичного обсягу валової доданої вартості регіону за видами економічної діяльності (у цінах попереднього року, відсотків);
- 3) структура валової доданої вартості регіону за видами економічної діяльності (у фактичних цінах, відсотків до підсумку);
- 4) середньомісячна номінальна заробітна плата за видами економічної діяльності, грн на місяць;

5) кількість і розподіл штатних працівників за видами економічної діяльності та галузями промисловості регіону, осіб;

6) обсяги ВДВ регіону за видами економічної діяльності у постійних цінах 2001 року (млн грн);

7) екзогенні показники моделі.

Екзогенні показники в прогнозному періоді можуть змінюватися у зв'язку із зміною сценарних умов, що впливає на результати прогнозу й отримання різних варіантних оцінок.

Загальна технологія економічного прогнозування складається з таких етапів:

1) формування бази економічних даних, що передбачає збір статистичних даних за історичний період по необхідних показниках;

2) прогнозування валової доданої вартості у розрізі ВЕД області;

3) прогнозування дефляторів для кожного ВЕД;

4) прогнозування зростання номінального обсягу ВДВ для кожного ВЕД, спираючись на зв'язок між реальним і номінальним обсягами ВДВ, та кумулятивним дефлятором цін¹. Для кожного з секторів розраховують номінальний обсяг ВДВ за формулою:

$$\text{ВДВ}_n = \text{ВДВ}_p \times \text{Д}_{\text{кумуля.}(t)} / 100,$$

де ВДВ_n – номінальний обсяг ВДВ;

ВДВ_p – реальний обсяг ВДВ;

$\text{Д}_{\text{кумуля.}(t)}$ – кумулятивний дефлятор цін у році (t);

5) прогнозування обсягу зайнятості, знаючи співвідношення між реальним обсягом випуску, обсягом зайнятості та продуктивністю праці;

6) прогнозування заробітної плати за ВЕД області;

7) прогнозування річного фонду оплати праці для ВЕД.

Виключно важливим етапом економічного прогнозування розвитку регіонів є формування відповідної бази даних, яка являє собою структурований набір статистичних даних. Вона є централізованим сховищем усіх даних, необхідних для розрахунку економічного прогнозу.

База економічних даних, яка використовується для економічного прогнозу, складається з таких розділів:

- статистичні ряди економічних показників (історичні дані);

- розрахункові ряди економічних показників (розрахункові таблиці щодо допоміжних розрахунків економічних показників);

¹ Кумулятивний дефлятор цін у році (t) обчислюють за формулою: $\text{Д}_{\text{кумуля.}(t)} = \text{Д}_{\text{кумуля.}(t-1)} * \text{Д}_{\text{вдв.}(t)}$. Ці прогнозні обчислення виконують на Листі "кумулятивний дефлятор_область».

- ряди припущень економічних показників (зовнішні дані).

Статистичні ряди включають:

1) валова додана вартість області у розрізі видів економічної діяльності у фактичних цінах (млн грн);

2) валова додана вартість області у розрізі видів економічної діяльності у постійних цінах (млн грн);

3) індекс фізичного обсягу валової доданої вартості області за видами економічної діяльності (%);

4) середньомісячна номінальна заробітна плата в регіоні, розподіл за видами економічної діяльності (грн на місяць);

5) кількість та розподіл штатних працівників за видами економічної діяльності в регіоні (осіб), середньорічний;

6) індекси споживчих цін на основні групи товарів і послуг:

- зміна грудень до грудня (%);

- середньорічна зміна (%);

Розрахункові ряди:

1) обчислений дефлятор ВДВ. Непрямо обрахований дефлятор цін для ВДВ ВЕД є оцінкою рівня цін всього нового, вітчизняного виробництва товарів і послуг у ВЕД економіки регіону протягом зазначеного періоду. Він розраховується шляхом ділення індексу номінальної ВДВ на індекс фізичного обсягу ВДВ.

2) кумулятивний дефлятор ВДВ (базовий рік = 1,00). Розраховується шляхом множення непрямо обрахованого дефлятора цін для ВДВ ВЕД для кожного наступного за базовим роком на кумулятивний дефлятор попереднього року починаючи з базового;

3) продуктивність праці у постійних цінах. Розраховується як відношення рівня ВДВ у відповідному ВЕД у постійних цінах до рівня зайнятості у відповідному ВЕД для даного року;

4) річний дохід області від праці за ВЕД. Отримується шляхом добутку зарплати у відповідному ВЕД та кількості зайнятих цього ВЕД.

Ряди припущень детально розглядатимуться у наступному розділі.

Економічний прогноз розвитку регіону має базуватися на обґрунтованих припущеннях про те, що може трапитися в майбутньому періоді. В економічному прогнозуванні регіону слушно буде припустити, що чимало з економічних перспектив області значною мірою обумовлені дією чинників, які перебувають поза контролем області. Таким чином, починати опрацювання припущень варто з "рушійних факторів" або «економічних чинників», які стимулюють або створюють попит на продукцію області. Це називається прогнозом на основі попиту, і саме цей вид прогнозу

використовується в моделі. Для побудови рядів «економічних чинників» використовуються прогнозні дані, розроблені іншими організаціями.

Виключно важливим ключовим припущенням, необхідним для моделі, є прогноз продуктивності праці для кожного ВЕД. Хоча продуктивність праці може зростати або знижуватися порівняно з попередніми роками, вона, як правило (хоча і не завжди), має тенденцію до зростання. З огляду на це, для прогнозу обґрунтованим буде припущення про те, що тенденції змін продуктивності праці залишаться незмінними.

Розрахунок продуктивності праці на історичний період здійснюється за формулою:

$$ПП_{(t)j} = \frac{ВДВ_{(t)j}}{КЗ_{(t)j}},$$

де $ПП_{(t)j}$ – продуктивність праці у році (t) , j -го ВЕД;

$ВДВ_{(t)j}$ – валова додана вартість у році (t) , j -го ВЕД;

$КЗ_{(t)j}$ – кількість зайнятих у році (t) , j -го ВЕД.

Формула прогнозного значення продуктивності (при побудові прогнозу до 2017 року) виглядає таким чином:

$$ПП_{(t)j} = ПП_{(t-1)j} + 1/5 * ((FORECAST_{2017})_j - (FORECAST_{2012})_j)$$

де $ПП_{(t)}$ – прогнозне значення продуктивності праці для j -го ВЕД;

$ПП_{(t-1)j}$ – значення продуктивності праці у попередньому році $(t-1)$ для j -го ВЕД;

$(FORECAST_i)_j$ – функція прогнозування – ряд ПП до i -го року для j -го ВЕД.

Це може створити проблему в першому році прогнозу, оскільки лінія тренду може пройти вище або нижче останньої точки історичних даних. Щоб цього не сталося, лінію тренду піднімають або опускають так, щоб вона проходила через останню точку історичних даних.

Важливо, щоб під час розробки способів оцінки продуктивності праці, розробник користувався своїм суб'єктивним судженням для визначення того, чи є припущення логічними.

Прогнозування засноване на основі гіпотези щодо зберіганні загальної тенденції розвитку явищ у часі, тому на практиці процес прогнозування зводиться до добору на підставі даних минулих періодів аналітичних залежностей досліджуваного параметра

від чинників, що впливають, і екстраполяції цих залежностей на майбутнє. Прогноз показника одержують підстановкою необхідного значення чинника в отримане регресійне рівняння. Таким чином, прогнозне значення є точковою оцінкою середнього значення показника при даних рівнях чинників.

Поширеним засобом прогнозування тренду є побудова його ліній засобами Excel Microsoft Office на основі точкової діаграми за фактичними даними минулих періодів. Ті чи інші якісні властивості розвитку виражають різні рівняння трендів. MS Excel пропонує різноманітні типи апроксимуючої залежності: лінійна, логарифмічна, поліноміальна, степенева, експонентна, лінійна фільтрація.

Першим кроком оцінки повинно бути теоретичне обґрунтування обраних залежностей відповідно до фактичного ряду. Якщо в якості фактичного ряду використати сумарний коефіцієнт народжуваності на одну жінку за період 2005–2015 рр., то слід врахувати, що в аналізованого коефіцієнта у зазначений період мало місце поступове зростання. Отже, з подальшого розгляду виключаються степенева, поліноміальна та експонентна залежності, оскільки вони не придатні для прогнозування майбутніх значень.

Після побудови ліній тренду на базі теоретично придатних залежностей (лінійна та логарифмічна), кожний результат пропонується оцінити шляхом ранжування за кількома критеріями, які характеризують достовірність, відповідність, надійність та інші параметри прогнозу.

Для визначення достовірності прогнозу використовується значення похибки апроксимації, в якості якої досить часто використовується коефіцієнт детермінації (R^2). Чим ближче значення (R^2) до одиниці, тим точніше обраний тренд відбиває тенденцію розвитку, тобто, тим більше можна довіряти результатам прогнозування. При ранжуванні за цим критерієм моделі з максимальним значенням похибки апроксимації відкидаються.

У технології прогнозування розвитку регіону закладено, як уже відмічалось, використання двох моделей: демографічної і економічної, які взаємопов'язані через фактор трудових ресурсів і залежності низки послуг суспільного характеру (освіта, охорона здоров'я) від кількості населення певної вікової групи. Результати демографічного прогнозу використовуються при прогнозуванні соціально-економічного розвитку регіону по економічній моделі.

Дані прогнозних розрахунків по демографічній моделі потрібні в економічній моделі для: прогнозних оцінок чисельності

населення в цілому, як носія внутрішнього споживчого попиту в області; прогнозування розвитку ВЕД, що залежать від демографічних чинників. Наприклад, обсяг послуг освіти може диктувати прогнозована кількість дітей шкільного віку з демографічного прогнозу.

Крім демографічних даних для розрахунків по економічній моделі потрібні кількісні припущення щодо зовнішньоекономічного середовища, макроекономічної ситуації в цілому по країні, щодо економічної політики на прогнозний період, щодо певних особливостей розвитку самої прогнозованої області (рис. 1).

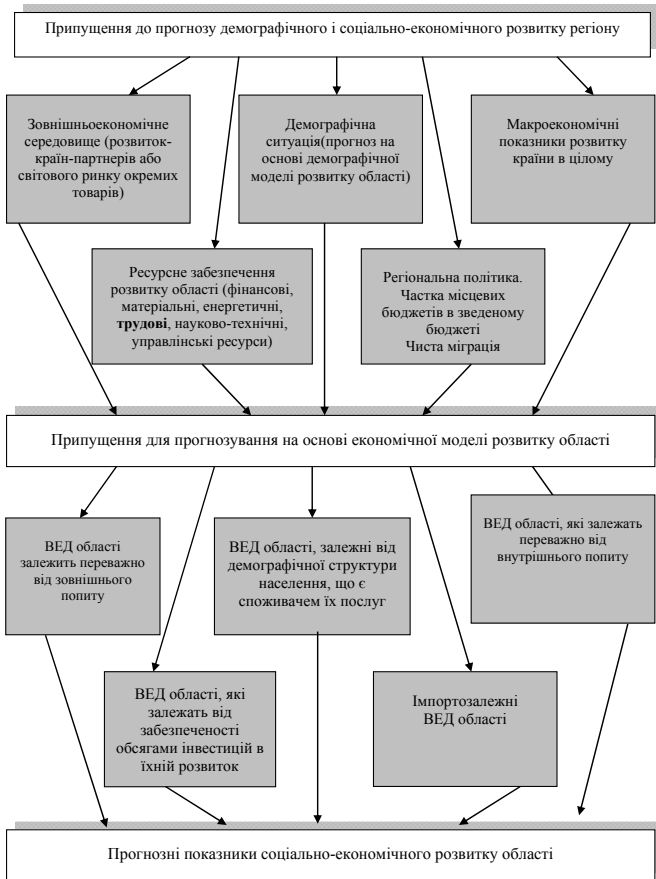


Рис.1. Структурна схема взаємозв'язку припущень демографічної та економічної моделі прогнозування розвитку регіону

Структурну схему моделі прогнозування показників розвитку регіону зображено на рис. 2.

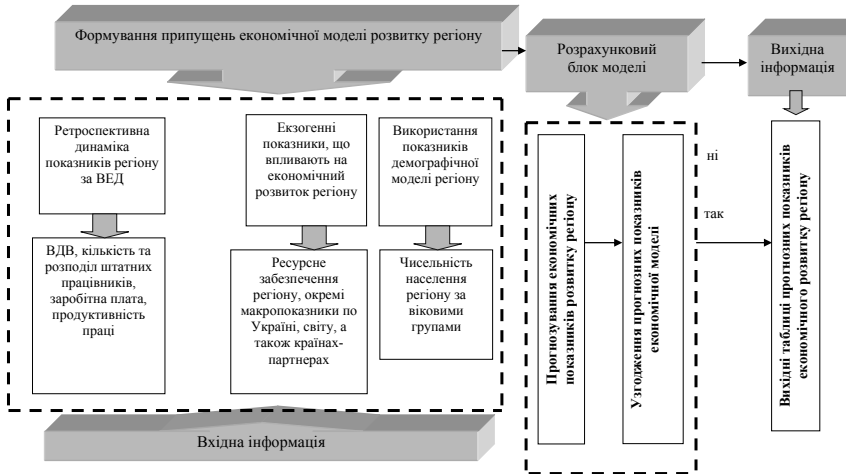


Рис. 2. Структурна схема економічної моделі прогнозування показників розвитку регіону

Джерело: розроблено авторами.

Запропонована система регіонального прогнозування є базовою, на її основі можуть проводитися модифікації і вдосконалення. Особливо це стосується економічної частини моделі, яка зорієнтована на основні економічні показники регіону і може розширюватися за рахунок приєднання інших блоків, особливо соціальних і фінансових. Така базова модель демографічного і економічного прогнозування на середньостроковий період є основою для визначення стратегічного вибору регіону, обґрунтування цілей збалансованого розвитку, його кількісних параметрів або нормативів із врахуванням сильних сторін і диспропорцій регіональної системи, можливостей фінансового забезпечення та очікуваних впливів зовнішніх (екзогенних) факторів. Демографічна частина прогнозує базу для оцінки обсягів пропозиції робочої сили, попиту на товари та послуги, соціальних показників доходів і рівня життя. Дані про перспективну кількість і статевовіковий склад мешканців тієї чи іншої території є основою розрахунків економічної частини прогнозу. Прогнозні економіко-демографічні показники є фундаментом визначення перспективних доходів і витратків регіонального бюджету.

Висновки.

Прогнозування регіонального розвитку на основі демографічних та економічних моделей дозволяє розраховувати показники розвитку територій у єдиному комплексі з урахуванням системного взаємозв'язку між політикою Уряду країни, розвитком усієї її економіки, припущеннями, сценарними умовами для даного регіону. Запропоновані методологічні засади демографічного та економічного прогнозування розвитку регіону базується на діючій інформаційній базі Держстату України. Модельний апарат розроблено в програмному середовищі Excel, що дозволяє проводити багатоваріантні і багато ітераційні розрахунки для отримання найнадійнішого прогнозу. вносити необхідні уточнення і правки в електронному режимі.

1. На основі запропонованих методологічних засад здійснено прогноз демографічного і економічного розвитку шості областей, які належать до різних груп областей згідно їх класифікації, запропонованої Мінрегіоном України при розробці ДСРР.

2. Перевірка адекватності отриманих прогнозів довели придатність концептуальних засад, сформульованих у статті, для їх практичного застосування в процесі середньострокового прогнозування розвитку регіонів.

3. Прогнозування регіонального розвитку на основі демографічних та економічних моделей дозволяє розраховувати показники розвитку у єдиному комплексі з урахуванням системного взаємозв'язку між припущеннями, сценарними умовами та впливом загальнонаціональної економічної політики.

4. Результати прогнозних розрахунків повинні доповнюватися їх експертним аналізом (коригування, уточнення вихідної інформації, вибір оптимального варіанта з кількох альтернативних на підставі порівняльного аналізу). Результат прогнозування враховує наявні тенденції соціальних змін і вплив заходів соціально-економічної політики в прогнозному періоді на розвиток демографічної ситуації.

5. Серед елементів наукової новизни, притаманних концептуальним засадам прогнозування розвитку регіонів, висвітлених у даній статті, слід зосередити увагу читачів на таких моментах:

- багатоваріантність прогнозування залежно від сценарних умов, які складаються із зовнішніх умов і внутрішньої економічної політики;

- урахування невизначеності майбутніх умов для соціально-економічного розвитку і поведінки населення, що важко піддаються прогнозуванню;

- урахування зв'язку демографічних і соціально-економічних процесів;
- використання відносних показників (співвідношення між показниками) як таких, що мають стабільніші тенденції;
- посилення ролі демографічного прогнозу для розроблення соціально-економічного прогнозу розвитку регіону.

Загальна технологія регіонального прогнозування є типовою з точки зору:

- аналізу об'єкту прогнозування;
- вибору сценарних умов і прогнозування припущень;
- збору статистичних даних і наповнення демографічної та економічної моделі (системи рівнянь) необхідними статистичними даними;
- проведення прогнозних розрахунків на підставі демографічної та економічної моделі;
- оцінки якості та вірогідності здійснення прогнозу тощо.

Література

1. Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020» (схвалена Указом Президента України від 12.01.2015 року №5/2015). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>
2. Закон України «Про засади державної регіональної політики». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/156-19>
3. Державна стратегія регіонального розвитку України на період до 2020 року (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 6 серпня 2014 р. № 385). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF>
4. Манцуров І.Г. Інституційне планування в системі державного регулювання економіки: монографія / І.Г. Манцуров. – К.: НДЕІ, 2012. – 457 с.
5. Збалансованість попиту та пропозиції на ринку кваліфікованої праці як фактор інноваційного розвитку економіки України: монографія / І.Г. Манцуров, З.П. Бараник, С.С. Ващаєв, А.В. Яценко. – К.: КНЕУ, 2008. – 381 с.
6. Манцуров І.Г. Статистика економічного зростання та конкурентоспроможності країни: монографія / І.Г. Манцуров. – К.: КНЕУ, 2006. – 388 с.
7. Макроекономічна статистика, том 1. Підручник для вищ. навч. закл. / І.Г. Манцуров, А.М. Єріна, О.К. Мазуренко та ін.; [за ред. д-ра екон. наук., проф. І.Г. Манцурова]. – К.: КНЕУ, 2013. – 325 с.
8. Манцуров І.Г. Методологічні засади статистичного прогнозування розвитку економіки України на середньострокову перспективу / І.Г. Манцуров, В.О. Нестеренко, Д.І. Манцуров // Моделювання та інфор-

маційні системи в економіці: зб. наук. праць / відп. ред. В.Г. Галіцин. – К. : КНЕУ, 2009. – Вип. 80.

References

1. Stratehiia staloho rozvytku "Ukraina–2020" (skhvalena Ukazom Prezydenta Ukrainy vid 12.01.2015 roku №5/2015). – [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>
2. Zakon Ukrainy "Pro zasady derzhavnoi rehional'noi polityky". – [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/156-19>
3. Derzhavna stratehiia rehional'noho rozvytku Ukrainy na period do 2020 roku (zatverdzheno postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 6 serpnia 2014 r. № 385). – [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF>
4. Mantsurov I.H. Instyutysijne planuvannia v systemi derzhavnogo rehuliuвання ekonomiky: monohrafiia / I.H. Mantsurov. – K.: NDEI, 2012. – 457 s.
5. Zbalansovanist' popytu ta propozytsii na rynku kvalifikovanoi pratsi iak faktor innovatsijnoho rozvytku ekonomiky Ukrainy: monohrafiia / I.H. Mantsurov, Z.P. Baranyk, S.S. Vaschaiev, A.V. Yatsenko. – K.: KNEU, 2008. – 381s.
6. Mantsurov I.H. Statystyka ekonomichnoho zrostantia ta konkurentospromozhnosti krainy: monohrafiia / I.H. Mantsurov. – K.: KNEU, 2006. – 388 s.
7. Makroekonomichna statystyka, tom 1. Pidruchnyk dlia vysch. navch. zakl. / I.H.Mantsurov, A.M.Yerina, O.K.Mazurenko ta in.; [za red. d-ra ekon. nauk., prof. I.H. Mantsurova]. – K.: KNEU, 2013. – 325 s.
8. Mantsurov I.H. Metodolohichni zasady statystychnoho prohnozuvannia rozvytku ekonomiky Ukrainy na seredn'ostrokovu perspektyvu / I.H. Mantsurov, V.O. Nesterenko, D.I. Mantsurov // Modeliuвання ta informatsijni systemy v ekonomitsi: zb. nauk. prats' / vidp. red. V.H. Halitsyn. – K. : KNEU, 2009. – vyp. 80.

Долінський Л. Б., к.е.н., доцент кафедри економіко-математичного моделювання, ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

Мірошниченко І. В., к.е.н., старший викладач кафедри економіко-математичного моделювання ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

Корчинський В. В., студент 6-го курсу (магістрант) ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

Leonid Borisovich Dolinskyi

PhD, Associate Professor,
Department of economic and mathematic modeling,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Ihor Viktorovych Miroshnychenko

PhD, Senior Lecturer
Department of economic and mathematic modeling,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Vladislav Viktorovich Korchynskiy

6th grade student, undergraduate,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ В УКРАЇНІ

CLUSTER ANALYSIS OF BANKING INSTITUTION RELIABILITY IN UKRAINE

АНОТАЦІЯ. Проаналізовано показники надійності та ефективності вітчизняних банків. Сформовано набір коефіцієнтів, що всебічно описує їх стабільність і фінансову стійкість, обчислення значень даних коефіцієнтів проведено з використанням актуальних даних статистичної звітності НБУ. Побудовано нейронну мережу типу карти самоорганізації Кохонена з використанням обраних коефіцієнтів та програмного пакету Deductor Studio. Проведено налаштування параметрів нейромережі, оптимальні значення яких визначені експериментальним шляхом. Як результат моделювання, отримано компонентні площини та карта самоорганізації, на якій виділено кластери. Проведено обґрунтування належності банків до різних кластерів, проведено порівняльний аналіз з класифікацією НБУ та сформовані загальні висновки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Банки; надійність; фінансова стійкість; нейронні мережі; карта самоорганізації Кохонена; кластерний аналіз

АНОТАЦИЯ. Проанализировано показатели надежности и эффективности отечественных банков. Сформирован набор коэффициентов, которые всесторонне описывают стабильность и финансовую устойчивость, расчеты значений данных коэффициентов проведены с использованием актуальных данных статистической отчетности НБУ. Построено нейронную сеть типа карты самоорганизации Кохонена с использованием

отобранных коэффициентов и программного пакета Deductor Studio. Проведена настройка параметров нейросети, оптимальные значения для которых были определены экспериментальным путем. Как результат моделирования были получены компонентные площади и карта самоорганизации, на которой выделены кластеры. Приведено обоснование принадлежности банков к разным кластерам и сравнительный анализ с классификацией НБУ и сформированы общие выводы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. *Банки; надежность; финансовая устойчивость; нейронные сети; карта самоорганизации Кохонена; кластерный анализ.*

ABSTRACT. *The indicators of domestic banks reliability and efficiency were analyzed. Was formed a set of coefficients that would comprehensively describe their stability and financial strength, calculations of the values for these coefficients were carried out using the up-to-date statistical data from the NBU. Using the selected coefficients and the Deductor Studio software package was builda Kohonen self-organization map neural network was built. Were tuned the neural network parameters, the optimal values for which were determined experimentally. The component areas and self-organization map were obtained as a modeling result, and thereafter clusters were distinguished. The authors substantiate the banks' belonging to different clusters, carried out a comparative analysis with the NBU classification and formed general conclusions.*

KEYWORDS. *Banks; reliability; financial stability; neural networks; Kohonen self-organization maps; cluster analysis.*

Постановка проблеми. На сьогодні у фінансовому секторі в цілому, і у банківській сфері зокрема, помітні руйнівні наслідки кризи попередніх років і досі зберігаються негативні тенденції у динаміці окремих фінансово-статистичних показників банківської системи України. Звертаючись до статистичних даних, можна, з одного боку, однозначно стверджувати про ефективне виконання «Комплексної програми розвитку фінансового сектору України до 2020 року» [1], що серед іншого передбачає проведення очистки фінансового сектору та виведення неплатоспроможних банків з ринку. Так, на початок 2016 року в Україні нараховувалось 117 банківських установ, тоді як станом на 01.08.17 у системі залишилось лише 89. Таким чином, 28 банківських установ було ліквідовано, що мало сприяти оздоровленню банківської системи в цілому, але варто також відзначити, що при цьому деякі з них (наприклад банк «Михайлівський» і банк «Хрещатик») були ліквідовані незаконно, що було визнано адміністративним судом.

З іншого боку, причиною закриття даних банків, (а також того, що ще 69 банків на сьогоднішній день знаходяться на етапі ліквідації [2]) є невисокий рівень показників банківської діяльності. Наприклад, незважаючи на зростання кількості виданих кредитів з 01.08.16 до 01.08.17 на 6 973 млн грн, при цьому погіршилася якість кредитного портфелю (збільшилася частка простроченої

заборгованості), про що свідчить збільшення відрахувань до резервів під знецінення кредитів (за той самий період такі відрахування збільшилися у 1,5 разу). Як визначено в нормативних документах, сума таких резервів визначається як частина вартості негативно класифікованих активів, яку банк з певною мірою ймовірності, може вважати втраченою і відтак відносить на витрати своєї діяльності [3].

У статистичних даних також зазначено, що частка непрацюючих кредитів у загальній сумі кредитів, виданих у національній та іноземній валюті, за період з 01.02.17 по 01.08.17 зросла з 53,99 % (444 667 млн грн) до 57,99 % (591 530 млн грн).

Негативну тенденцію демонструють і показники прибутковості: рентабельність активів і капіталу за період з 01.01.2016 по 01.01.2017 зменшилися відповідно з $-5,46\%$ і $-51,91\%$ до $-12,60\%$ і $-116,74\%$. Починаючи з 01.02.2017 ситуація дещо покращилася, але станом на 01.08.2017 рентабельність активів та капіталу все ще від'ємна: $-0,03\%$ і $-0,27\%$ відповідно [4].

Зважаючи на всі перелічені негативні тенденції, можна стверджувати про **актуальність** проведення досліджень в області визначення фінансової стійкості та ефективності діяльності банківських установ, що функціонують на вітчизняному ринку банківських послуг, який у цілому можна охарактеризувати як фінансово нестабільний.

Проблема фінансової стійкості банків була висвітлена у численних працях вітчизняних та іноземних науковців, зокрема у роботах Дзюблюка О. В. [5], Кочеткова В. М. [6] та Примостки Л. О. [7]. Питання аналізу ефективності різних аспектів банківської діяльності було розглянуто в працях Герасимовича А. М. [8] та Парасій-Вергуненко І. М. [9]. Проте, варто відзначити, що оцінювання фінансової стійкості, так само як і ефективності функціонування банків здійснюється, традиційно, за допомогою аналітичного інструментарію, основним недоліком якого є неможливість врахування внутрішніх залежностей, які можуть бути приховані в аналітичних даних.

Нами, на противагу, запропоновано використати інструментарій штучного інтелекту та нейронних мереж, особливістю якого є саме пошук таких залежностей.

Отже, **метою** даної статті є проведення дослідження надійності вітчизняних банківських установ в умовах кризових явищ і нестабільності фінансово-економічного середовища за допомогою методів штучного інтелекту та нейронних мереж, а саме карт самоорганізації Кохонена.

Для досягнення визначеної мети необхідне вирішення таких **завдань**, згідно з якими весь процес дослідження можна розділити на відповідні етапи:

- **відбір показників ефективності діяльності банків**, що об'єктивно та всебічно відображали б рівень фінансової стійкості та стабільності кожного з банків системи;

- **побудова нейронної мережі типу карти самоорганізації Кохонена**, що була б адекватною за своєю конфігурацією для вирішення поставленої задачі та **проведення кластеризації** на основі відібраних показників за допомогою побудованої нейромережі;

- **аналіз результатів і формування висновків** на основі отриманих карт поточного стану банківської системи та змін у їх структурі за останні роки.

Крім того, варто зазначити, що з 31.12.2015 року, відповідно до рішення Комітету з питань нагляду та регулювання діяльності банків №657 (зі змінами) [10], введено нову класифікацію банків, за якою банки поділяють на такі групи: банки з державною часткою; банки іноземних банківських груп; банки з часткою активів більше 0,5 % активів банківської системи; банки з часткою активів менше 0,5 % активів банківської системи. Отже, додатковий інтерес представляє таке завдання, як визначення відповідності отриманих результатів кластеризації банківської системи до розподілу, проведеному НБУ.

Гіпотези при формуванні статистичної вибірки та набору показників.

Перш за все, варто ввести уточнення стосовно структури та характеру використовуваних даних. У рамках дослідження використовувалися поквартальні дані по активам, пасивам, капіталу та фінансовим результатам, що представлені НБУ по працюючим банкам і деяким банкам, що ліквідуються. Для аналізу банківської системи України було обрано проміжок часу з III кварталу 2015 року по II квартал 2017 року включено (усього 7 періодів). Такий вибір був здійснений з метою охоплення саме того періоду, в якому запроваджено новий розподіл банків на групи. Таким чином, з'являється можливість не тільки провести аналіз розподілу банків у розрізі надійності та ефективності, але й дослідити взаємозв'язок належності банку до однієї з 4 груп та отриманих нами результатів.

Крім того, з метою забезпечення адекватності вхідних даних і роботи нейронної мережі, а також для уникнення помилкових висновків під час аналізу отриманих результатів, нами було введено спрощення та припущення.

1. Починаючи з III кварталу 2015 року НБУ у статистичній звітності публікує додаткові дані щодо величини кредитних операцій різних класів якості (від 1 до 5 класу). Спираючись на джерела [8, 11], ми висунули припущення про доцільність віднесення кредитних операцій 4 та 5 класу до безнадійних, та розрахунку коефіцієнту сумнівних кредитних операцій, що представлений відношенням розміру (в грошовому вимірі) операцій 4 та 5 класів до усіх кредитних операцій;

2. На етапі розрахунку коефіцієнтів серед отриманих даних трапляються викиди (аномально великі значення, або значення, обчислення яких неможливе, так як у знаменнику дроби знаходиться 0), що негативно впливають на результати роботи нейронної мережі. Тому для таких викидів нами, залежно від коефіцієнтів, здійснено відповідні заміни значень. Детальніше про заміну для кожного з коефіцієнтів буде описано нижче.

3. ПАТ «НЕОС БАНК» (Альтбанк з 4 кварталу 2016 року), було вилучено з вибірки даних. Даний банк не просто має слабкі, неякісні показники надійності та ефективності діяльності, а взагалі є непрацюючим, так як не має ані відповідної ресурсної бази, ні активних кредитних операцій (принаймні за кілька досліджуваних періодів). Також було вилучено спеціалізовані банківські структури, які на даний час не здійснюють активної діяльності – ПАТ «Розрахунковий центр» та Український банк реконструкції та розвитку. Коефіцієнти по даним трьом банкам справляли дестабілізуючий вплив на роботу нейромережі.

4. До вибірки даних також було включено ті банківські установи, які станом на II квартал 2017 року були визнані неплатоспроможними (або їх діяльність була зупинена НБУ з інших причин), але за якими були наявні звітні дані за увесь досліджуваний період. До таких банків відносяться: АКБ «Новий», ПАТ «Банк Юнісон», ПАТ КБ «Євробанк», ПАТ КБ «Фінансова ініціатива». Включення даних банків до вибірки, по-перше, дасть змогу проаналізувати основні причини закриття банків, і, по-друге, теоретично, посприє формуванню відповідного кластеру, потрапляння до якого інших, працюючих банків, може бути сигналом про погіршення їх показників.

5. З даної вибірки було вилучено дані недіючих банків ПАТ КБ «Родовід», ПАТ КБ «Гефест», ПАТ «Держзембанк», так як вони містили викиди, і знижували ефективність роботи нейромережі при моделюванні.

6. Хоча для побудови карти Кохонена використовувалися дані за останні 7 кварталів, при аналізі інтегральної карти на остан-

ньому етапі до уваги приймалося розташування банків по карті станом тільки на 2017 рік.

Етап 1: відбір показників ефективності діяльності банку

Для подальшого проведення кластеризації важливим є визначення та формування такого набору фінансових коефіцієнтів, що з одного боку був би позбавлений надлишковості, та елементи якого були б несуперечними, неконфліктними, а з іншого боку – такого, що забезпечував би найвищу адекватність та ефективність роботи нейромережі (Карти Кохонена), тобто щоб усі коефіцієнти були співрозмірними, а весь набір коефіцієнтів всебічно характеризував би діяльність банківської системи.

Для того, щоб відібрати такі коефіцієнти, що найбільше відповідали б вищезазначеним критеріям, було опрацьовано низку джерел, серед яких: навчальний посібник за авторством Гітляревської Л. [12], Методики рейтингового оцінювання агентств «Рюрик» [13], та «ІВІ – Рейтинг» [14], Методика визначення рейтингу стійкості банку, розглянута автором фінансового порталу «Мінфін» [15] та інші [16–18].

Варто відзначити, що в Україні не існує єдиного універсального підходу до аналізу ефективності та надійності банківських установ. Отже, незважаючи на попередньо проведений ґрунтовний аналіз у досліджуваній області, етап відбору коефіцієнтів має суб'єктивний характер.

У результаті проведеного аналізу нами було сформовано такий набір коефіцієнтів, що було об'єднано в групи, за ознакою однорідності.

K0 – Коефіцієнт системності

Окремо від інших груп коефіцієнтів виділено коефіцієнт системності. Він визначається як частка активів банки у загальних активах по банківській системі і характеризує вагу банку в системі.

Порядок розрахунку: $K0 = \text{Активи банку} / \text{Активи системи}$.

Група 1: оцінка якості і структури активів

K1.1 – Коефіцієнт величини сумнівних кредитних операцій

Характеризує кредитний портфель банку з точки зору його якості та надійності. Високі значення коефіцієнта свідчать про високу частку безнадійної заборгованості.

Порядок розрахунку: $K1.1 = \text{Сума по кредитним операціям 4 та 5 класів якості} / \text{Сума кредитних операцій всього}$.

K1.2 – Коефіцієнт величини дохідних активів

Дохідні активи банку – це активи, що приносять процентний або інший дохід банку. Вони включають кредити надані, цінні

папери на продаж і до погашення та інші фінансові активи (лізингові та факторингові).

Коефіцієнт характеризує ефективність використання ресурсів банком. Високі значення коефіцієнта свідчать про високу ділову активність, низькі – про неефективне використання банком власних ресурсів.

Порядок розрахунку: $K1.2 = \text{Дохідні активи банку} / \text{Активи всього}$

K1.3 – Коефіцієнт якості активів

Згідно положень НБУ, на формування резервів під сумнівні та безнадійні позики мають відраховуватись більше коштів, ніж під інші першокласні та надійні позики. Таким чином, можна зробити висновок, що чим вищим є відношення обсягів резервування до загального обсягу наданих кредитів (тобто чим вищим є значення даного коефіцієнту), тим меншою є частка працюючих кредитних активів.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо обсяг кредитів є невеликим відносно обсягів резервування, або дорівнює нулю. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 1.

Порядок розрахунку: $K1.3 = \text{Резерви під знецінення кредитів} / \text{Кредити}$

K1.4 – Коефіцієнт дохідності активів

Коефіцієнт характеризує здатність працюючих активів генерувати процентний дохід. Іншими словами, показник відображає величину процентного доходу, що припадає на одиницю працюючих активів.

Порядок розрахунку: $K4.4 = \text{Процентні доходи} / \text{Працюючі активи}$

Група 2: оцінка якості і структури пасивів

K2.1 – Коефіцієнт використання міжбанківських позик

Високі значення коефіцієнта можуть свідчити про недостатність власних коштів банку. Іноді використовується для визначення належності банку до іноземної банківської групи (отримання коштів від батьківських структур) [18]. Загалом, коефіцієнт характеризує залежність ресурсної бази від МБК.

Порядок розрахунку: $K2.1 = \text{Міжбанківські позики} / \text{Сума залучених коштів}$

K2.2 – Коефіцієнт строкової структури депозитів

Характеризує стабільність депозитної бази. Чим вищим є значення коефіцієнта – тим стабільнішою вважається ресурсна база банку та вищою його ліквідність.

Порядок розрахунку: $K2.2 = \text{Строкові депозити} / \text{Депозити}$

K2.3 – Коефіцієнт залежності від вкладів фізичних осіб

Високі значення коефіцієнту свідчать про залежність банку від вкладів фізичних осіб і його фінансову вразливість у випадку паніки серед вкладників.

Порядок розрахунку: $K2.3 = \text{Вклади фізичних осіб} / \text{Зобов'язання}$

K2.4 – Коефіцієнт ефективності використання залучених коштів

Характеризує політику банку щодо використання залучених і запозичених коштів для своєї кредитно-інвестиційної діяльності, що включає кредитування клієнтів та інших банків та операції з цінними паперами. Результатом такої діяльності є отримання процентного доходу, але з іншого боку, висока частка кредитно-інвестиційного портфелю в активах підвищує загальний рівень ризику, що приймається банком. Так як кредитно-інвестиційна діяльність є основною бізнес лінією банку, даний коефіцієнт характеризує ефективність його діяльності як фінансової установи.

Занадто високе значення коефіцієнта може призвести до падіння ліквідності а занадто низьке – до зниження процентного спреду та, відповідно, до падіння рентабельності.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо банком використовуються додаткові ресурси, окрім залучених. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 1.

Порядок розрахунку: $K2.4 = \text{Кредитно-інвестиційний портфель} / \text{Залучені та запозичені кошти}$

Група 3: оцінка достатності капіталу

K3.1 – Коефіцієнт захищеності позик капіталом

Коефіцієнт характеризує рівень покриття власним капіталом позик, наданих клієнтам та іншим банкам.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо обсяг кредитів невеликий відносно розміру капіталу або дорівнює нулю (пасивна кредитна політика); якщо значення капіталу приймає від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 2; від'ємні значення замінені на 0.

Порядок розрахунку: $K3.1 = \text{Власний капітал} / \text{Кредити}$

K3.2 – Коефіцієнт захищеності вкладів капіталом

Коефіцієнт характеризує здатність банку покривати капіталом депозитні кошти.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо обсяг депозитів невеликий відносно розміру капіталу або дорівнює нулю (слабка

ресурсна база); якщо значення капіталу приймає від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 2; значення менші від 0,085 замінені на -1 (що дозволяє виділити окремих кластер банків з недостатністю капіталу).

Порядок розрахунку: $K3.2 = \text{Власний капітал} / \text{Депозити}$

K3.3 – Коефіцієнт незалежності

Характеризує рівень забезпеченості банку власним капіталом і ступінь його незалежності. Іноді коефіцієнт ще називається коефіцієнтом автономії.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо значення капіталу приймає від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, від'ємні значення замінені на 0.

Порядок розрахунку: $K3.3 = \text{Власний капітал} / \text{Активи}$

Група 4: оцінка фінансового результату

K4.1 – Коефіцієнт рентабельності активів

Даний коефіцієнт характеризує величину доходу банку на одиницю активів. Іншими словами, показник відображає скільки одиниць доходу здатна генерувати одиниця активів. Показник є загальнозживаним, і не тільки у банківській сфері.

З метою виділення окремо рентабельних і нерентабельних банків, було замінено від'ємні значення на 0.

Порядок розрахунку: $K4.1 = \text{Чистий прибуток} / \text{Активи}$

K4.2 – Коефіцієнт безризикового покриття адміністративних витрат

Характеризує здатність банку покривати свої адміністративні витрати (до складу яких серед іншого входять заробітна плата та орендна плата) за рахунок безризикового комісійного доходу.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо значення чистого комісійного доходу набуває від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, від'ємні значення замінені на 0.

Порядок розрахунку: $K4.2 = \text{Чистий комісійний дохід} / \text{Адміністративні витрати}$

K4.3 – Індикатор безризикового покриття адміністративних витрат

Індикатор заснований на коефіцієнті 4.2 та є бінарним: приймає значення 1, якщо $K4.2$ більше 0,5 (тобто банк покриває більше половини адміністративних витрат безризиковим доходом) і при цьому чистий процентний дохід більший за чистий комісій-

ний дохід (тобто комісійний дохід не є основним джерелом доходу банку). Інакше індикатор приймає значення 0.

Рівень стійкості та фінансової стабільності банку можна вважати вищим тоді, коли він не тільки покриває власні адміністративні витрати (принаймні їх половину) за рахунок безризикового чистого комісійного доходу, але й при цьому прибуток формується в основному за рахунок процентного доходу. У такому випадку, банк матиме змогу направити чистий прибуток (сформований за рахунок процентного доходу) на формування резервів, виплати дивідендів, докапіталізацію та ін. Інакше, якщо основне джерело доходу це комісійний дохід, банк навіть покривши адміністративні витрати, не буде мати в залишку достатньо ресурсів для адекватного розподілу.

Однак, хоча сформований нами початковий набір коефіцієнтів детально та достатньо повно характеризує ефективність і надійність банківських установ, для забезпечення адекватності роботи нейромережі та підвищення значущості результатів моделювання, з початкового набору нами були вилучені такі коефіцієнти:

- К1.1. Починаючи з I кварталу 2017 року, НБУ припинили публікацію додаткових показників, необхідних для розрахунку даного коефіцієнта, а саме інформації про обсяги за кредитними операціями різних класів якості. Додаткові складнощі виникають і при аналізі показника за період, де дані доступні, так як банки можуть свідомо відносити певні кредитні операції до сумнівних, з метою зменшення прибутку на суму резервів, і в результаті зменшення податку на прибуток. Інша ситуація можлива, коли банк фінансує пов'язаних осіб, і, у випадку неможливості повернення позики, повторно кредитує через «треті» банки або через випуск облігацій, і таким чином підтримує високу якість виданих кредитів. Однак, використання даного показника в поєднанні з іншими для детального структурного аналізу активів, та виявлення недобросовісних банків є перспективним напрямком для подальших досліджень.

- Коефіцієнти К.1.4, К.2.2, К.2.3, К.3.1 є широко розповсюдженими показниками, що використовуються для аналізу ефективності та надійності банківських установ, проте їх вилучення було необхідне для підвищення адекватності результатів роботи нейронної мережі шляхом зниження мультиколінеарності між подібними коефіцієнтами з однієї групи. Оскільки навіть після вилучення цих коефіцієнтів у кожній групі залишилися ключові показники, вважаємо, що зменшення набору розрахункових коефіцієнтів лише підвищило якість аналізу, при цьому він залишив-

ся комплексним, бо характеристика банківській установі надається з різних боків (активи, пасиви, фінансові результати тощо).

Етап 2: проведення кластеризації та аналіз результатів

Наступним етапом нашого дослідження є власне побудова нейронної мережі Кохонена з метою визначення найподібніших банків за обраними фінансово-статистичними показниками.

Алгоритм даної нейронної мережі передбачає відображення масиву вхідної інформації на двовимірну решітку масиву нейронів.

Після коректної ініціалізації мережі запускається так званий процес конкуренції, який полягає у визначенні найбільш подібних нейронів до векторів вхідних показників. Найпоширенішим підходом до визначення подібності векторів є обчислення Евклідової відстані між ними:

$$\|\mathbf{x} - \mathbf{m}_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \mu_{ij})^2}, \quad i = \overline{1, k},$$

де n – кількість елементів у векторі вхідних даних;

\mathbf{m}_i – вектор вагових коефіцієнтів нейронів карти Кохонена $\{\mu_{1j}, \dots, \mu_{nj}\}$;

μ_{ij} – i -та вага j -го нейрона;

k – кількість нейронів Кохонена.

Після подання вхідних векторів на входи нейронів, відбувається змагання нейронів шару Т. Кохонена за правилом «переможець отримує все», згідно якого обирається нейрон-переможець, що є найближчим до вхідного вектора:

$$c = \arg \min_i \{\|\mathbf{x} - \mathbf{m}_i\|\};$$

Після визначення нейрона-переможця здійснюється процедура кооперації – визначення міри його впливу на сусідні нейрони. Нейрон-переможець знаходиться в центрі топологічного околу. При збудженні він впливає на просторово близькі до нього нейрони, проте даний вплив зменшується із збільшенням відстані до нейронів. Даний процес визначає топологічне сусідство нейронів, коли близько розташовані нейрони карти отримують схожі характеристики.

Найчастіше в якості функції сусідства використовується Гаусова функція, що має такий вигляд:

$$h_{ci}(t) = \exp\left(-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}\right),$$

де r_c і r_i – координати геометричного розташування вузлів c нейрона-переможця та інших вузлів i на карті;

$\sigma(t)$ – функція ефективної ширини топологічного околу.

На третьому кроці відбувається процес синаптичної адаптації:

$$m_i(t) = m_i(t - 1) + h_{ci}(t) * (x(t) - m_i(t - 1)).$$

Даний вираз застосовується до всіх нейронів решітки, що лежать у топологічному околі нейрона-переможця. У результаті має місце ефект зміщення вектора синоптичних ваг нейрона-переможця у напрямку вхідного вектора показників. За періодичного представлення даних, завдяки корекції околу нейрона-переможця вектори синаптичних ваг будуть прагнути досягти розподілу вхідних векторів.

Результатом побудованої карти самоорганізації є візуальне представлення двовимірної решітки нейронів, що відображає організаційну залежність банків України за показниками ефективності своєї діяльності.

Детальніше роботу нейронних мереж даного типу описано у роботах Т. Кохонена [19] та С. Хайкіна [20].

Перейдемо до опису специфікації нашої нейронної мережі. Реалізація кластеризації у рамках нашого дослідження була здійснена за допомогою відповідного інструментарію багатofункціонального програмного пакету *DeductorStudio*.

Вхідний набір даних складається з 651 спостереження (дані по 93 банкам за 7 кварталів). Навчальна вибірка складає 95 % вхідного набору даних, тестова вибірка – 5 %. Дані розподіляються між вибірками випадковим чином. Розмірність карти обрано 25 x 25, тобто нейронна мережа містить 625 нейронів. Розмірність підібрано таким чином, щоб кількість нейронів приблизно дорівнювала обсягу вхідних даних. Форма клітинок шестикутна, що сприяє кращому візуальному сприйняттю, та забезпечує адекватніший розрахунок евклідової відстані між клітинками. Допустима помилка мережі встановлена за замовчуванням менше 0,05, кількість епох навчання встановлена 800, і визначена експериментальним шляхом таким чином, щоб позбавитись ефекту перенавчання мережі. Спосіб початкової ініціалізації задається випадковими значеннями, швидкість навчання зменшується з 0,3 на початку до 0,005 в кінці, радіус навчання відповідно зменшується з 7,4 до 0.1. Строки перемішувалися кожні 20 епох навчання, для визначення сусідства обрано функцію Гауса. Загалом, було протестовано кілька альтернатив, моделей з різними налаштування-

ми, що включали зміну розмірності (20 x 20 і 30 x 30), прямокутні клітинки, різне співвідношення навчальної та тестової вибірки (10 % до 90 % і 20 % до 80 % відповідно), зміну кількості епох (500, 1000, 2000 епох). Найадекватніші результати розподілу кластерів показала модель, з описаними вище специфікаціями.

Етап 3: аналіз карт самоорганізації Кохонена та формування висновків

У результаті проведення кластеризації нами було отримано компонентні площини по кожному коефіцієнту і карта самоорганізації, де банки розміщені по кластерам з врахуванням впливу кожного коефіцієнта.

Для проведення аналізу карти самоорганізації нами було спочатку застосовано метод синтезу, тобто дослідження її окремих компонентних площин, а саме карт, побудованих окремо по кожному коефіцієнту.

Для прикладу, розглянемо на рис. 1 компонентну площину, побудовану за коефіцієнтом системності K_0 .

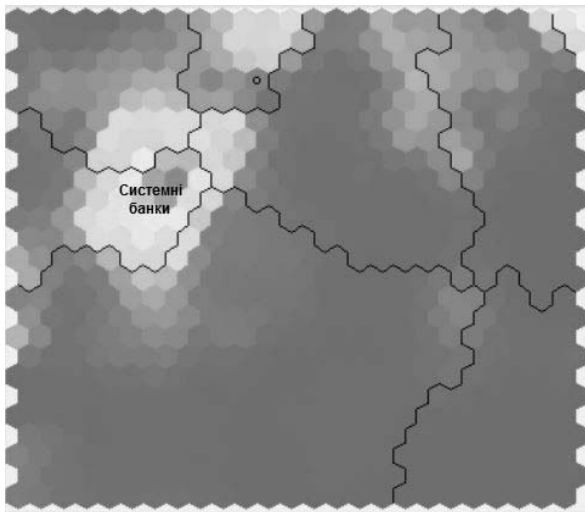


Рис. 1. Компонентна площина, побудована за коефіцієнтом системності K_0

На рис. 1 видно, що банки, які мають високу частку активів у системі і які відповідно є системно важливими (і належать до групи державних банків), згруповано в кластер у північно-західній частині карти. Дану область ми виділяємо як «Системні

банки». Аналогічно проводиться дослідження усіх компонентних площин. Розглянемо ще кілька прикладів на рис. 2 і 3.

На рис. 2 зображено компонентну площину по коефіцієнту якості активів K1.3, а на рис. 3 – по коефіцієнту рентабельності активів K4.1.

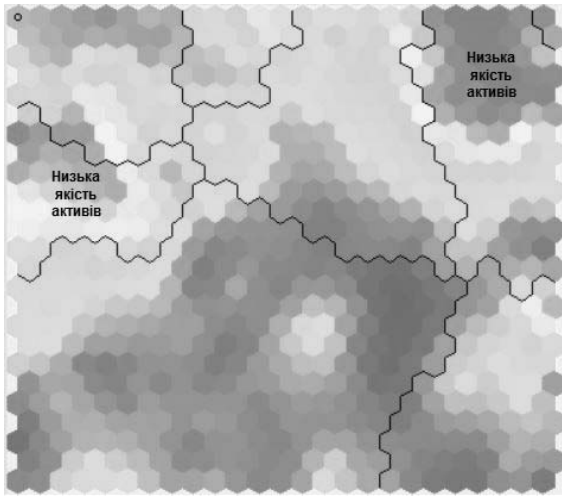


Рис. 2. Компонентна площина, побудована за коефіцієнтом якості активів K4.1

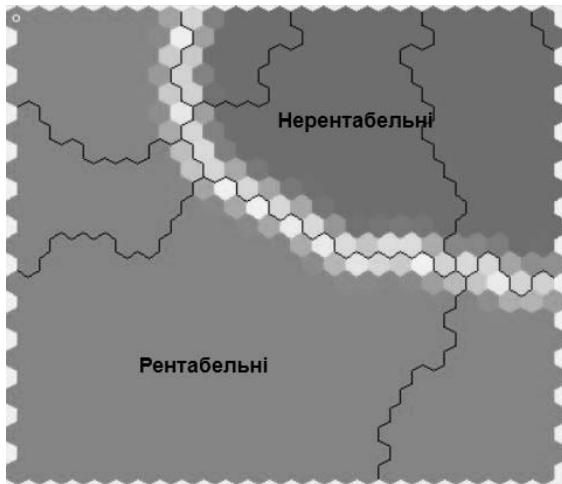


Рис. 3. Компонентна площина, побудована з а коефіцієнтом рентабельності активів K1.3

На карті на рис. 2 сформовано не одну, а дві області, що включають банки з неякісними активами, що можна пояснити звернувшись до площини на рис. 3.

Перша область включає рентабельні банки з неякісними активами, друга – нерентабельні. Таким чином, на останньому кроці дуже важливим є детальний аналіз кожного сформованого кластеру на карті самоорганізації, оскільки кожен з них характеризується певним набором властивостей, які необхідно досліджувати комплексно.

Після того, як усі компонентні площини були досліджено, було сформовано карту самоорганізації, яку зображено на рис. 4. Експертним шляхом було визначено, що з метою досягнення умов адекватності розподілу банків по кластерам і легкості візуального сприйняття, оптимальним буде виділення 7 кластерів. Останнім кроком даного етапу дослідження є аналіз отриманої карти. Для зручності кожен кластер на ній було позначено латинськими літерами від А до G.

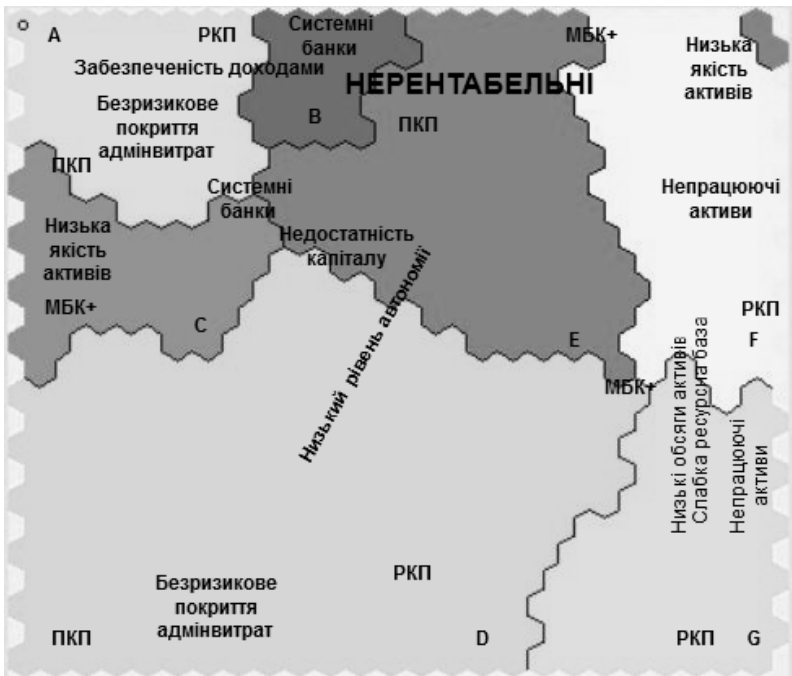


Рис. 4. Карта самоорганізації Кохонена

Як видно на рис. 4, кожному кластеру карти властиві певні характеристики, і кожен з них можна окремо аналізувати, розкладаючи на певні області.

Кластер А. Кластер сформовано 63 точками (кожна точка на карті є спостереженням в певний момент часу та по певному банку). Серед усіх точок, з яких було сформовано кластер А, для подальшого аналізу нами відібрані тільки ті, що містять актуальну інформацію, тобто тільки точки, що містять дані спостережень станом на II квартал 2017 року, яких виявилось 11. Тобто кластер А містить 11 спостережень, усі станом на II квартал 2017 року і по 11 різним банкам.

У першу чергу це банки, які забезпечені процентним доходом, тобто більшість їх адміністративних витрат (або всі) покриваються за рахунок безризикового чистого комісійного доходу, а основним джерелом доходу є процентний дохід, тому найбільший вплив на формування кластеру становили коефіцієнт безризикового покриття витрат К4.2 та індикатор безризикового покриття витрат К4.3. Таким чином, такі банки мають вільний прибуток для розширення бізнесу та покриття інших можливих витрат. Всі банки кластеру є рентабельними, отже коефіцієнт рентабельності активів К4.1 також вплинув на його формування.

Для кластеру відносяться банки, що характеризуються досить високою фінансовою ефективністю та надійністю. Це: АТ «УкрСиббанк», АТ «ОТП Банк», ПАТ «КредіАгріколь Банк», АТ «Райффайзен Банк Аваль», державний АТ «Укрексімбанк». Також до кластеру потрапили банки, що не можна високо оцінити з точки зору надійності, проте вони мають відносно високі процентні доходи, і тому, під впливом коефіцієнтів 4.2 та 4.3, були віднесені в кластер А. Це: ПАТ «МІБ» (що, має недостатній рівень капіталу для покриття депозитів), КБ «Центр» (слабка ресурсна база), ПАТ «Банк Фамільний» (має низьку якість активів і знаходиться на межі з кластером D, що містить подібні банки), ПАТ «А-Банк» (що при невеликих обсягах активів, проводить занадто ризиковану кредитно-інвестиційну політику). АТ «МетаБанк», ПАТ «Полтава-банк», що також були віднесені до кластеру А, можна охарактеризувати як такі, що неефективно використовують власний капітал для залучення коштів, про що свідчить високий показник покриття депозитів капіталом при низьких його обсягах.

Кластер В. Кластер сформовано з 17 точок, проте спостережень станом на II квартал 2017 року він не містить. Він містить інформацію по ПАТ «А-Банк», АТ «Укрексімбанк», АТ «УкрСиббанк», АТ «Райффайзен Банк Аваль», тобто по тим же бан-

кам, що і в кластері А (на його формування впливали ті ж коефіцієнти К.4.1, К.4.2, К.4.3), але усі точки, що сформували кластер В, – це спостереження по цим банкам до II кварталу 2017 року. Відмінність даного кластера в тому, що він містить банки, які є нерентабельними. Отже, за досліджуваний період з IV кварталу 2015 року по II квартал 2017 року, зазначені банки змогли досягти рівня прибутковості. Перехід вказаних банків з нерентабельного «сектору» в рентабельний можна пояснити загальним зростанням рентабельності їх активів.

Кластер С. Кластер сформували 33 спостереження, серед яких нас цікавлять спостереження по 5 банках за останній квартал. Банки кластеру є рентабельними але не здатні безризиково покривати свої адміністративні витрати. На його формування сильний вплив склали коефіцієнти якості активів К.1.3 і використання міжбанківських позик К.2.1, і він характеризується високою часткою проблемних кредитів, і в той же час активним залученням міжбанківських позик.

До таких банків відносяться: ПАТ «Сбербанк», ПАТ «ВіЕс Банк», АТ «Піреус Банк МКБ». Останні два є невеликими банками з малими обсягами роздрібних операцій, і які відповідно не мають змоги отримувати високі комісійні доходи, що може пояснити їх приналежність до даного кластеру через нездатність безризиково покривати адміністративні витрати. Окрім цього, дані банки відносяться до групи банків з іноземним капіталом, що може вказувати на ефективність використання коефіцієнта К2.1 для визначення іноземних банківських структур. З іншого боку, залучення МБК може здійснюватися для дорезервування, і спричинене низьким рівнем якості активів.

Проте, ПАТ «Сбербанк» усе ж має нижчі обсяги резервування, за обсягом активів більше подібний до «Ощадбанку» та знаходиться на межі з кластером D, що може бути пом'якшуючим фактором для нього.

Кластер містить також уже згаданий державний банк АТ «Ощадбанк», що не є типовим представником і потрапив до нього під впливом К.1.3, який може вказувати на високу частку простроченої заборгованості в кредитному портфелі. Проте, рівень резервування можна пояснити специфікою роботи ощадного банку, а помірний рівень кредитно-інвестиційної діяльності та розташування банку на межі з кластером А свідчить про його досить високу фінансову стійкість.

До кластеру потрапив також один з неплатоспроможних банків, ПАТ КБ «Фінансова ініціатива», що характеризується висо-

кою часткою сумнівних і безнадійних кредитів, проте все ще залишається рентабельним.

Кластер D. Найбільший кластер, що сформований 269 точками, містить 41 спостереження за ІV квартал 2017 року по банкам, усі з яких є рентабельними, проте досить різноплановими відповідно до інших коефіцієнтів. Більшість з них можна охарактеризувати як такі, що хоча не мають усіх ознак проблемних банків, усе ж не можуть бути однозначно класифіковані як надійні та інвестиційно привабливі, наприклад: ПАТ «Айбокс Банк», ПуАТ «Аккордбанк», Полікомбанк та ін. На формування кластеру вплинули коефіцієнти покриття адміністративних витрат К.4.2, дохідності активів К.1.2, використання міжбанківських позик К.2.1, ефективності використання залучених коштів К.2.4.

У першу чергу необхідно виділити ті банки, які є характернішими для кластеру А, і не потрапили до нього тільки через те, що не можуть покривати більше половини адміністративних витрат чистим комісійним доходом. Однак, відповідно до інших показників, дані банки все ще можна вважати надійними та ефективними. У результаті кластеризації їх було «притягнуто» ближче до кластеру А, до межі між кластером D і С, проте до кластеру С вони не потрапили, так як мають адекватний рівень резервування. Це: АТ «ОТП Банк», ПАТ «ПУМБ», ПАТ «Альфа-Банк», ПАТ «Універсал Банк», ПАТ «Кредобанк», державний АТ «Укр-газбанк». Непогані результати демонструє ПАТ «Марфін Банк», проте його кредитно-інвестиційна політика є надто пасивною.

Високим рівнем залучення МБК відзначилися ПАТ «ІНГ Банк Україна» та ПАТ «СЕБ Корпоративний Банк». При цьому вони належать до групи іноземних банків але не мають високих обсягів резервування, що може свідчити про відносну ефективність коефіцієнту 2.1 для ідентифікації подібних банківських установ. Дані установи є потужними корпоративними банками, порядок функціонування яких може бути дещо нетрадиційним у порівнянні з іншими банками, що діють в Україні. Ризикована кредитно-інвестиційна політика цих банків обґрунтована тим, що кредити надаються перевіреним, надійним корпоративним клієнтам.

Усі інші банки можна віднести до таких, що характеризуються досить низькою інвестиційною привабливістю та фінансовою стійкістю, більшість з яких ще й відрізняється достатньо ризикованою політикою у своїй кредитно-інвестиційній діяльності.

Кластер E. Кластер було сформовано 80 точками під впливом коефіцієнтів використання міжбанківських позик К.2.1, ефективності використання залучених коштів К.2.4, захищеності позик

капіталом К.3.2. Нас цікавлять тільки 7 спостережень станом на ІІ квартал 2017 року. Кластер дещо подібний до попереднього, але банки, що в нього входять, є нерентабельними, а деякі мають недостатній рівень капіталу.

Досить несподіваним стало потрапляння в цей кластер ПАТ КБ «Правекс-банк», який згідно різних публічних ренкінгів вважається експертами досить фінансово стійким. При цьому, він знаходиться на межі з кластером В, де зібралися більш схожі на нього банки, з досить непоганим фінансовим станом.

До кластеру у ІІ кварталі 2017 року потрапив державний ПАТ КБ «Приватбанк» через недостатність капіталу для покриття депозитів. Маючи при цьому дуже високий рівень сформованих резервів, він розташувався на межі «проблемного» кластеру F.

Інші банки є типовими для кластеру: «Перший інвестиційний банк», АТ «Місто Банк», ПАТ «Мотор-Банк», іноземний ПАТ «Банк Форвард» (що був успішно ідентифікований коефіцієнтом К.2.1).

У ІІ кварталі 2017 року неплатоспроможним визнано АКБ «Новий», що також знаходиться у кластері E, так як не здатен покривати депозити капіталом.

Кластер F. Під впливом коефіцієнтів дохідності активів К.1.2, якості активів К.1.3, ефективності використання залучених коштів К.2.4, захищеності позик капіталом К.3.2 та коефіцієнта незалежності К.3.3 73 точки сформували кластер, у якому нами виділено 12 спостережень за ІІ квартал 2017 року. Кластер F містить в основному банки, що є певною мірою неефективними та проблемними. Вони не генерують прибутку, що пов'язане з непродуктивним використанням власних ресурсів. Такі банки можуть бути кептивними, тобто видавати кредити переважно пов'язаним особам і мають досить високий ризик дефолту.

Для кластеру типовими є банки: АБ «Кліринговий дім», АТ «БМ Банк», ПАТ «БТА» (низька якість кредитних активів); ПАТ АКБ «Траст-капітал», ПАТ «Скай Банк», ПАТ «Альпарі Банк» (малі обсяги активів і слабка ресурсна база, при одночасній ризикованості кредитно-інвестиційної політики); ПАТ «РВС Банк» (працюючі активи складають малу частку в сукупних, при чому наявні працюючі активи не залучаються в достатній мірі для формування доходу, про що свідчить коефіцієнт ефективності використання залучених коштів, що є також низьким). До кластеру входить неплатоспроможний банк ПАТ «Банк Юнісон», обсяг активів і ресурсної бази якого є надто низькими.

Також до кластеру потрапили іноземні банки ПАТ «Промінвестбанк», ПАТ «Укрсоцбанк», ПАТ «ВТБ Банк», що характеризу-

ються низькою якістю кредитного портфелю. Останній при цьому також активно залучає міжбанківські кредити, що може свідчити про його приналежність до іноземних банківських груп. Проте, варто відзначити, що дані три установи є крупними роздібними банками, кредитний портфель яких очевидно погіршився протягом фінансової кризи, в результаті чого і були сформовані резерви, і що є важливим: сформовані вони були імовірно за рахунок підтримки батьківських структур. Таким чином, за рахунок фінансування, навіть при високій частці проблемних позик, вказані банки можуть зберігати достатню фінансову стійкість і завичай отримують високі позиції у публічних ренкінгах.

Кластер G. Сформований з 81 точки, під впливом коефіцієнтів якості активів К.1.3, ефективності використання залучених коштів К.2.4, захищеності позик капіталом К.3.2 та коефіцієнта незалежності К.3.3. Складається з 12 спостережень станом на II квартал 2017 року. Кластер подібний до попереднього, але банки, що входять до нього, маючи низькі обсяги активів і слабку ресурсну базу, при цьому є рентабельними, що принаймні зменшує для них імовірність дефолту.

Для кластеру характерні такі банки: ПАТ КБ «Фінансовий партнер», ПАТ «ДіВі Банк», ПАТ КБ «Земельний капітал», ПАТ «Банк $\frac{3}{4}$ », ПАТ «Кредит Європа Банк»; вони мають слабку ресурсну базу та невеликі обсяги активів, в порівнянні з капіталом. Останній із вказаних банків виділяється високим рівнем залучення МБК, що може бути притаманне йому як банку з іноземним капіталом.

На межі з кластером F знаходиться ПАТ «Апекс-банк», що є дещо подібним до неплатоспроможного банку «Юнісон» з попереднього кластеру, має високу частку резервів, які можуть бути створені з метою покриття проблемних кредитів.

На межі з кластером D знаходяться банки ПАТ «ПФБ», ПАТ «Вернум Банк», ПАТ АКБ «Конкорд», які (в рамках даного кластеру) є дещо стабільнішими.

Розглянувши всі кластери на карті самоорганізації, зробимо висновок стосовно питань, що відповідають меті дослідження: щодо надійності банків і відповідності розподілу НБУ.

Найстабільніші та фінансово стійкі банки знаходяться в кластері А (до якого можна умовно віднести деякі банки з кластеру Ста D): АТ «УкрСиббанк», АТ «ОТП Банк», ПАТ «КредіАгріколь Банк», АТ «Райффайзен Банк Аваль», АТ «Укрексімбанк», АТ «Ощадбанк», АТ «ОТП Банк», ПАТ «ПУМБ», ПАТ «Альфа-Банк», ПАТ «Універсал Банк», ПАТ «Кредобанк», АТ «Укр-газбанк». Найгірші банки, з точки зору надійності знаходяться в

кластерах, і G, F і C; в останніх двох зустрічаються банки, що були визнані неплатоспроможними. Ще один неплатоспроможний банк потрапив у кластер E (АКБ «Новий»), але ліквідація якого розпочалася лише в II кварталі 2017, тому можливе переміщення його в один з проблемних кластерів у майбутньому. Серед працюючих, найподібнішими до неплатоспроможних виявилися банки з кластерів F і G: ПАТ АКБ «Траст-капітал», ПАТ «РВС Банк», ПАТ «Апекс-Банк».

У результаті кластеризації, у рамках дослідження, вдалося згрупувати більшість державних банків за допомогою коефіцієнту системності K.0, а також ідентифікувати половину банків іноземної групи (13 з 25, тобто 52 %), за допомогою коефіцієнту використання міжбанківських позик K.2.1. Проте державні банки, більшість з яких хоча і була зібрана в групу, не сформували окремих кластер, а іноземні банки відповідно до K.2.1 взагалі сформували три групи в різних частинах карти, що пояснюється впливом інших коефіцієнтів у процесі кластеризації. З таких результатів можна зробити висновок, що розподіл НБУ з виокремленням груп для державних банків та іноземних банків є доволі штучним, і не враховує специфічні аспекти функціонування банків, а отже не є інформативним з точки зору фінансової стійкості банків та ефективності їхньої діяльності. Причому, якщо працюючи державні банки ще більш-менш подібні між собою, то для іноземних банків можна навести як мінімум три різних типових портрети, про що свідчить і віднесення їх нейронною мережею до трьох принципово різних кластерів на карті самоорганізації Кохонена.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Отже, в результаті проведеного дослідження було реалізовано комплексний аналіз банківської системи з точки зору надійності та ефективності діяльності вітчизняних банківських установ, для чого, на основі низки джерел, було відібрано перелік коефіцієнтів, що були використані для побудови нейронної мережі типу карти самоорганізації Кохонена. З використанням загальнонаукових методів синтезу та аналізу було досліджено отримані компонентні площини та карту самоорганізації розподілу банків, на основі чого зроблено відповідні висновки.

Розподіл банків, отриманий внаслідок проведення кластеризації, дозволяє:

- по перше, виділити групи банків, сформовані низкою коефіцієнтів, що всебічно характеризують їхній фінансовий стан, в результаті дають змогу визначити більш або менш фінансово стійкі банки;

- по-друге, точно визначити системні банки, що НБУ відносить до I групи, за допомогою коефіцієнта системності;
- по-третє, більше половини банків з іноземним капіталом, які складають II групу, вдається розпізнати за допомогою коефіцієнта використання міжбанківських позик, що вказує на відносну ефективність такого підходу. Можливо, його доповнення додатковими коефіцієнтами може підвищити точність ідентифікації;
- по-четверте, визначення ж III та IV групи банків за НБУ можливе, після вилучення з вибірки системних банків і проведення повторної кластеризації за коефіцієнтом системності K0.

При цьому отриманий розподіл банків доводить неможливість групування банків за класифікацією НБУ при аналізі надійності банківської системи, так як і серед державних, і серед іноземних банків, і серед банків III та IV групи (за величиною активів) можуть траплятися як надійні, так і ненадійні банки.

Також, при аналізі отриманих результатів кластеризації, можна помітити, що деякі банки в різні часові періоди потрапляють до різних кластерів. Наприклад, ПАТ «ІНГ Банк Україна» в I кварталі 2017 року знаходився в кластері E, але у II кварталі 2017 року перейшов до кластеру D, причиною чому може бути скорочення ресурсної бази майже на 200 млн грн при незмінному обсязі кредитно-інвестиційного портфелю, що, з одного боку, значно підвищило ризикованість його кредитно-інвестиційної діяльності, а з іншого, чистий процентний дохід банку зріс майже в 2 рази, що посприяло отриманню прибутку, і внаслідок чого банк з нерентабельного сектору потрапив у кластер рентабельних установ. Аналіз такого роду є перспективним для дослідження окремих банків на карті Кохонена, динаміки та причин зміни їх показників.

Можна стверджувати про новизну проведеного дослідження, так як було використано останні доступні дані, опубліковані НБУ, для розрахунку показників і проведення кластерного аналізу, і запропоновано авторський набір коефіцієнтів і підхід до аналізу результатів. Зважаючи на все ще нестабільну ситуацію у банківському секторі та важливість і гостроту питання щодо ідентифікації надійних і фінансово стійких банківських установ, можна стверджувати також і про актуальність даної роботи.

Варто відзначити, що отримані результати є підґрунтям для проведення подальших досліджень і розробок, перспективним з яких є розширення набору коефіцієнтів для ширшого аналізу банківської системи. Однак при використанні коефіцієнтів, що характеризують діяльність банків різнопланово, виникає проблема, що полягає у падінні ефективності та адекватності роботи

нейронної мережі, тому можливо результативнішим буде формування такого набору показників, який би характеризував певну сторону діяльності банківської установи, проте глибше.

Література

1. Постанова правління Національного банку «Про затвердження Комплексної програми розвитку фінансового сектору України до 2020 року» від 18.06.2015 № 391 // Національний банк України. Офіційне інтернет-представництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=32802659&cat_id=32893159
2. Виведення банків з ринку [Електронний ресурс] // ФГВФО. – 01.01.17 – Режим доступу: <http://www.fg.gov.ua/not-paying>
3. Методичні рекомендації щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України // Постанова Правління Національного банку України від 02.08.2004 р. № 361.
4. Основні показники діяльності банків України [Електронний ресурс] // НБУ. – 01.01.17 – Режим доступу: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442
5. *Дзюблюк О.В., Михайлюк Р.В.* Фінансова стійкість банків як основа ефективного функціонування кредитної системи: Монографія. – Тернопіль: ТЗОВ «Терно-граф», 2009. – 316 с.
6. *Кочетков В. М.* Забезпечення фінансової стійкості сучасного комерційного банку: теоретико-методологічні аспекти: Монографія. — К.: КНЕУ, 2002.
7. *Примостка Л. О.* Регулювання діяльності банків в умовах глобальних викликів : монографія / Л. О. Примостка, М. М. Диба, О. О. Чуб, М. І. Зубок, І. В. Краснова; ред.: Л. О. Примостка; ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана». — К. : КНЕУ, 2012. — 459 с.
8. *Герасимович А.М.* Аналіз банківської діяльності: Підручник / А.М. Герасимович, М.Д. Алексеєнко, І.М. Парасій-Вергуненко та ін. – Вид. 2-ге, без змін. – К.: КНЕУ, 2006. – 600 с.
9. *Парасій-Вергуненко І. М.* Аналіз банківської діяльності: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 2003. — 347 с.
10. Рішення Комітету з питань нагляду та регулювання діяльності банків, нагляду (овернайт) платіжних систем від 31.12.2015 року № 657 (зі змінами) // Національний банк України. Офіційне інтернет-представництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=26117625>
11. Положення про визначення банками України розміру кредитного ризику за активними банківськими операціями // Постанова Правління Національного банку України від 30.06.2016 р. № 351
12. *Гитляровская Л.* Комплексный анализ финансово-экономических результатов деятельности банка и его филиалов / Л. Гитляровская, С. Паневина. – СПб.: Питер, 2003. – 240 с.

13. Методика рейтингового оцінювання для комерційних банків [Електронний ресурс] // НРА Рюрик. – 2015. – Режим доступу: http://www.rurik.com.ua/documents/methodology/metod_banks_Cut_final.pdf.
14. Методологія рейтингової оцінки комерційного банку рейтингового агентства «ІВІ – Рейтинг» // «ІВІ – Рейтинг». – 2015.
15. Корнілюк Р. Рейтинг устойчивости банков. Методика [Електронний ресурс] / Роман Корнілюк // Фінансовий портал «Мінфін» – Режим доступу: <http://minfin.com.ua/banks/rating/method/>.
16. Корнілюк Р. Рейтинг жизнеспособности украинских банков — 2016 [Електронний ресурс] / Роман Корнілюк // Форбс. – 2016. – Режим доступу: <http://forbes.net.ua/business/1421401-rejting-zhiznesposobnosti-ukrainskih-bankov-2016>.
17. Долінський Л. Б. Оцінювання фінансової стійкості банківських установ в аспекті надійності депозитних вкладів / Л. Б. Долінський, Д. О. Першин // БізнесІнформ. – 2015. – С. 233–239.
18. Заруцька О. Обґрунтування підходу до масштабного розподілу банків України на основі структурно-функціональних груп / О. Заруцька. // Вісник НБУ. – 2012. – С. 20–24.
19. Kohonen T. Self-organizing maps [Text] / T. Kohonen – New-York: Springer, 2001. – 501 p.
20. Haykin, S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation [Text] / S. Haykin. – Prentice-Hall, 1999. – 823 p.

References

1. Postanova pravlinnia Natsional'noho banku "Pro zatverdzhennia Kompleksnoi prohramy rozvytku finansovoho sektoru Ukrainy do 2020 roku" vid 18.06.2015 №391 // Natsional'nyj bank Ukrainy. Ofitsijne internet-predstavnytstvo [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=32802659&cat_id=32893159
2. Vyvedennia bankiv z rynku [Elektronnyj resurs] // FHVFO. – 01.01.17 – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.fg.gov.ua/not-paying>
3. Metodychni rekomendatsii schodo orhanizatsii ta funktsionuvannia system ryzyk-menedzhmentu v bankakh Ukrainy // Postanova Pravlinnia Natsional'noho banku Ukrainy vid 02.08.2004r. № 361.
4. Osnovni pokaznyky diial'nosti bankiv Ukrainy [Elektronnyj resurs] // NBU. – 01.01.17 – Rezhym dostupu do resursu: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442
5. Dziubliuk O.V., Mykhajliuk R.V. Finansova stijkist'bankiv iak osnova efektyvnoho funktsionuvannia kredytnoi systemy. Monohrafiia. – Ternopil': TZOZ «Terno-hraf», 2009. – 316 s.
6. Kochetkov V. M. Zabezpechennia finansovoi stijkosti suchasnoho komertsijnogo banku: teoretyko-metodolohichni aspekty: Monohrafiia. — K.: KNEU, 2002.

7. Prymostka L. O. Rehuliuвання diial'nosti bankiv v umovakh hlobal'nykh vyklykiv : monohrafiia / L. O. Prymostka, M. M. Dyba, O. O. Chub, M. I. Zubok, I. V. Krasnova; red.: L. O. Prymostka; DVNZ "Kyiv. nats. ekon. un-t im. V. Het'mana". – K. : KNEU, 2012. — 459 p.
8. Herasymovych A.M. Analiz bankivs'kokhi diial'nosti: Pidruchnyk / A.M. Herasymovych, M.D. Alekseienko, I.M. Parasij-Verhunenکو ta in. – Vyd. 2-he, bez zmin. – K.: KNEU, 2006. – 600 s.
9. Parasij-Verhunenکو I. M. Analiz bankivs'koi diial'nosti: Navch.-metod. posibnyk dlia samost. vyvch. dysts. — K.: KNEU, 2003. — 347 s.
10. Rishennia Komitetu z pytan'nahliadu ta rehuliuвання diial'nosti bankiv, nahliadu (overnajtu) platizhnykh system vid 31.12.2015 roku № 657(zi zminamy) // Natsional'nyj bank Ukrainy. Ofitsijne internet-predstavnytstvo [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupu: <http://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=26117625>
11. Polozhennia pro vyznachennia bankamy Ukrainy rozmiru kredytnoho ryzyku za aktyvnymy bankivs'kymy operatsiiamy // Postanova Pravlinnia Natsional'noho banku Ukrainy vid 30.06.2016 r. № 351.
12. Hytliarovskaia L. Kompleksnyj analiz fynansovo-ekonomycheskykh rezul'tatov deiatel'nosty banka y eho fylyalov / L. Hytliarovskaia, S. Panevyna. – SPb.: Pyter, 2003. – 240 s.
13. Metodyka rejtynhovoho otsiniuvannia dlia komertsijnykh bankiv [Elektronnyj resurs] // NRA Riuryk. – 2015. – Rezhym dostupu do resursu: http://www.rurik.com.ua/documents/methodology/metod_banks_Cut_final.pdf
14. Metodolohiia rejtynhovoi otsinky komertsijnoho banka rejtynhovoho ahentstva "IBI – Rejtynh" // "IBI – Rejtynh". – 2015.
15. Korniliuk R. Rejtynh ustojchyvostybankov. Metodyka [Elektronnyj resurs] / Roman Korniliuk // Finansovyj portal "Minfin" – Rezhym dostupu do resursu: <http://minfin.com.ua/banks/rating/method/>.
16. Korniliuk R. Rejtynh zhyznesposobnostyukraynskykhbankov – 2016 [Elektronnyj resurs] / Roman Korniliuk // Forbs. – 2016. – Rezhym dostupu do resursu: <http://forbes.net.ua/business/1421401-rejting-zhyznesposobnosti-ukrainskih-bankov-2016>.
17. Dolins'kyj L. B. Otsiniuvannia finansovoi stijkosti bankivs'kykh ustanov v aspekti nadijnosti depozytnykh vkladiv / L. B. Dolins'kyj, D. O. Pershyn. // BiznesInform. – 2015. – S. 233–239.
18. Zaruts'ka O. Obhruntuvannia pidkходу do masshtabnoho rozpodilu bankiv Ukrainy na osnovi strukturno-funktsional'nykh hrup / O. Zaruts'ka. // Visnyk NBU. – 2012. – S. 20–24.
19. Kohonen T. Self-organizingmaps [Text] / T. Kohonen – New-York: Springer, 2001. – 501 p.
20. Haykin, S. NeuralNetworks: A ComprehensiveFoundation [Text] / S. Haykin – Prentice-Hall, 1999. – 823 p.

Катуніна О.С., к.е.н., доцент

доцент кафедри економіко-математичного моделювання,

Вітлінський В.В., д.е.н., професор, завідувач кафедри

економіко-математичного моделювання, ДВНЗ “Київський

національний економічний університет імені Вадима Гетьмана”

Katunina O.S., Ph.D., associate professor

Associate Professor of the Department of Economics

and Mathematical Modeling

Vitlinsky V.V., Doctor of Economics, Professor

Head of the Department of Economic and Mathematical Modeling,

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ПІДГРУНТІ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАНЬ

EVALUATION OF THE LEVEL OF ECONOMIC SECURITY ON THE BASIS OF KNOWLEDGE MODELING

АНОТАЦІЯ. Розглянуто питання розроблення методології та математичного інструментарію моделювання економічної безпеки. Доведено, що в інформаційному суспільстві предиктивні модельні технології є зростаючим ресурсом безпеки. Розглянуто передумови заміни усталеної інтеграційної концепції оцінювання, аналізу, моделювання, управління та адміністрування економічної безпеки, що базується на загрозоорієнтованому підході до визначення безпеко-протекторів, на інформаційно-знанневу. Запропоновано концепцію створення бази моделей економічної безпеки на підґрунті інструментарію глибокого машинного навчання, в тому числі комплексу моделей динамічного факторного аналізу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Економічна безпека, безпеко-протектори, знання, машинне навчання, глибоке навчання, динамічний факторний аналіз

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены вопросы разработки методологии и математического инструментария моделирования экономической безопасности. Доказано, что в информационном обществе предиктивные модельные технологии являются возрастающим ресурсом безопасности. Рассмотрены предпосылки замены существующей интеграционной концепции оценивания, анализа, моделирования, управления и администрирования экономической безопасности, основанной на подходе, ориентированном на угрозы, к определению протекторов безопасности, на информационно-знаниевую. Предложена концепция создания базы моделей экономической безопасности на основе инструментария глубокого машинного обучения, в том числе комплекса моделей динамического факторного анализа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Экономическая безопасность, протекторы безопасности, знания, машинное обучение, глубокое машинное обучение, динамический факторный анализ

ABSTRACT. *The questions of development of methodology and mathematical tools for modeling economic security are considered. It has been proved that in the information society, predictive model technologies are a growing security resource. The prerequisites for replacing the established integration concept of*

evaluation, analysis, modeling, management and administration of economic security, based on a threat-oriented approach to the definition of security-protectors, are considered on the basis of informational-knowledge. The educational concept of creating a database of economic security models based on the tools of deep machine learning, including a set of models of dynamic factor analysis, is proposed.

KEY WORDS: *Economic security, safety protectors, knowledge, machine learning, in-depth machine learning, dynamic factor analysis*

Вступ. Розбудова інфраструктури інформаційного суспільства в Україні, що наразі активно відбувається в теоретичному та прикладному напрямках, зокрема, спрямовує потужний гносеологічний потенціал ризик-менеджменту до економічної безпеки та екосистейту. Передумовами є прискорена інформатизація економічних процесів, набуття математичним моделюванням статусу мета-науки та інтелектуального ядра нової економіки знань, стрімке збільшення інтенсивності потоків даних, запровадження відкритих платформ великих даних Big Data і технологій Data Science.

Для підприємств та економічних систем різних рівнів актуалізується проблема агрегування великих обсягів інформації – результатів моніторингу найрізноманітніших аспектів активності зовнішнього середовища. Останні суттєво змінюють входні параметри моделей управління, можуть мати дестабілізуючий вплив, а, отже зумовлювати збільшення невизначеності ситуації і, як наслідок, нестійкості економічної системи.

Зазначені ефекти, що донедавна розглядались як чинники ризику, в даний час одержують новітнє – безпекологічне – тлумачення. Фокус уваги вчених з “економічної” спільноти та бізнесу зміщується на проблеми безпеки, а на тлі тяжіння до активного впровадження ідей Big Data з боку науковців та практиків з IT- і модельного секторів, безпекологія стає науковою сферою формування теоретико-методологічного підґрунтя, триває розроблення теорії безпекологічних досліджень, моделей ефективного безпеко-операційного менеджменту та відповідної інфраструктури на рівні мікро- та мезоекономічних систем.

Підприємства, що зацікавлені у збільшенні стабільності власного бізнесу та передбачуваності траєкторій розвитку, оцінюють як міру концептуальної переваги ступінь інформованості про тенденції та закономірності процесів у зовнішньому середовищі. Саме такого – адресного безпекопротекторного сенсу набуває економічний ризик в умовах інформаційної економіки, а відповідна зміна управлінської та модельної парадигми обґрунтовується історично та методологічно [1–3].

Аналіз публікацій. Узагальнюючи наукові результати з безпекології [4, 6, 8, 10], зауважимо, що в даний час домінуючою концепцією оцінювання, аналізу, моделювання, управління та адміністрування безпеки економічної діяльності є **інтеграційна**. Результати моніторингу широкої сукупності економічних чинників, нормативної бази, попиту тощо, дозволяють надійно оцінити профіль підприємства не лише за традиційними вимірниками економічної ефективності, але й позиціонувати його в просторі конкурентоспроможності, інвестиційної привабливості, інноваційній сфері, щодо іміджу тощо. Отже, за принципом сумісного врахування низки складових, економічна безпека наразі інтенсивно операціоналізується створенням широкого спектру технологій, методик, процедур оцінювання.

Наукові дослідження з економічної безпеки систем макро- (економічна безпека держави – екосистейт) та мікроекономічного рівня (підприємства), охоплюють, за узагальненням авторів, зокрема, такі напрями:

- ієрархічна декомпозиція та відокремлене оцінювання видів економічної безпеки: глобальної, міжнародної, національної, регіональної та економічної безпеки підприємства [10];

- визначення фінансової стійкості підприємства за ресурсним підходом (капітал, устаткування, персонал, технології, інформація тощо), аналіз внутрішніх та зовнішніх загроз, та напрямки їх елімінування [14];

- ризик, що відрізняє наявність кількісної оцінки можливих збитків та оцінки ймовірності можливих загроз, займає ключове місце в системі безпеки, динамічне співставлення рівня та траєкторії поточних і прогнозованих загроз з вразливістю системи, визначення її пристосованості [8];

- сценарний аналіз для встановлення простору загроз та ідентифікації чинників, що визначають шляхи досягнення цільового рівня безпеки [5];

- теоретико-множинні моделі рівня безпеки, наприклад, модель Клементса з повним перекриттям, що охоплює об'єкти захисту, загрози, засоби підтримки безпеки, проблемні та “вузькі” місця в економічній системі, шляхи проникнення в систему, множини бар'єрів, точки, що потребують здійснення захисту в системі, з подальшим інтегруванням складових у синтетичний вимірник та визначення числової оцінки ступеня захищеності системи;

- нові інтегровані показники безпеки, наприклад, показник економічної дієвості для співставлення фактичних і цільових параметрів досягнення мети;

- безпека – синтетичний вимірник ступеня економічної захищеності, що відтворює “депо” надійності для економічної системи, яка потерпає від негативного впливу низки дестабілізуючих чинників;

- опис причин і механізмів переходу від бі- до мультиполярності в інтересах, ступенях впливовості, між центрами концентрації управління тощо;

- безпека – наслідок глобалізації економічних процесів, зміщення пріоритетів до глобальних загроз у контексті міжнародної безпеки [4];

- безпека для підприємства – міра гармонізації, збалансованості у часі та просторі економічних інтересів підприємства з інтересами пов’язаних із ним суб’єктів зовнішнього середовища [9];

- економічна безпека – “складна цілісність й одночасно роздільність різних взаємопов’язаних підсистем і елементів, що взаємодіє з середовищем як єдине ціле і відокремлене від нього”, є “поліскладною системою з багаторівневою і багатоаспектною структурою”, у ній домінують суперечності між стабільністю та розвитком: стабільна система неспроможна розвиватись, оскільки вона руйнує будь-які відхилення від свого стану для переходу до якісно нового стану система обов’язково повинна певною мірою пройти стан нестійкості [8];

- економічна безпека – “стан підприємства, що має властивості неавтокерованості та ентропійності”; зовнішнє середовище має ознаки динамічності, мінливості, турбулентності та агресивності; проактивне реагування на актуалізовані загрози за сприятливого інституційного середовища дозволяє підприємству перекласти частину безпекологічної діяльності на державні органи; розглядається привабливість підприємства для потенційних рейдерів [9];

- управління безпекою на базі стратегій доступу, наприклад, моделей дискреційного доступу, мандатного управління доступом, ролевої моделі контролю доступу на основі активностей у системі тощо.

Постановка проблеми. Підсумовуючи викладене, зауважимо, що більшість авторів пропонують загрозо-орієнтований підхід до визначення безпекопротекторів. Водночас традиційне знаходження суми складових безпеки є не повною мірою адекватним щодо потоків нової інформації, в яких статистичні показники є слабо інформативними. Дослідження, що навіть за усталеним економетричним підходом охоплюють все більшу кількість змінних, “захлинуються” в одержуваному різноманітті окремих моделей, але на підставі прикладної статистики принципово не можуть використати потужний знанневий ресурс, що міститься у Big Data.

Останній доцільно попередньо “видобути”, інтерпретувати та застосувати як новітні інформативні виміри безпекологічного простору. Отже, в даний час сформовано об’єктивні передумови для заміни інтеграційної парадигми безпекології на інформаційно-знанневу, а розроблення методології та інструментарію оцінювання економічної безпеки є затребуваним науковим напрямом і сферою великої зацікавленості реального сектору економіки.

Економічна безпека є інтегрованим поняттям, що, окрім оціненого за об’єктивною інформацією рівня загроз, містить вагому суб’єктивну складову: по-перше, мають враховуватись когнітивні ознаки та обмеження сприйняття децидентом ступеня напруженості ситуації, зокрема з урахуванням очікувань; по-друге, зростання концептуальної переваги як ступеня інформованості, збільшення рівня “володіння” проблемою, впевненості у майбутньому, зменшення невизначеності, редукції ризику тощо. Оскільки “навчальний” підхід дозволяє на підґрунті новітнього інструментарію машинного навчання об’єднати інформацію з трьох блоків: економічного, соціально-демографічного та агентного, можна констатувати, що теоретико-методологічний базис та інструментарій безпекології наразі фактично розбудовується за знанневою концепцією.

Основна частина. Акцентуємо увагу на важливих аспектах формування концептуальних засад безпекології:

1) визнання тенденції одночасного тяжіння економічних систем як до “безпечного” (стабільного, захищеного, тобто здебільшого детермінованого) функціонування та розвитку, так і протилежного ньому «ризиконасиченого» функціонування. Внаслідок актуалізації конкуренції, змінюваності, відбору збільшується нестійкість та індетермінованість економічних систем у процесі еволюції [27]. Історичний шлях розвитку математичного моделювання за вектором урахування зростаючої невизначеності було “підтримано” напрямками стохастики, нелінійної динаміки, нечіткої логіки тощо, а новітньою концепцією «зняття невизначеності» є наразі активно поширювана галузь штучного інтелекту – машинне навчання;

2) диверсифікація джерел інформації для моніторингування, оцінювання та управління економічною безпекою та підтримки її економічно оптимального рівня здійснюватиметься в напрямку врахування таких властивостей економічної безпеки, як складність, синтетичність, багатоаспектність, інерційність, значна варіативність тощо. Наголосимо на значну схильність оцінюваного рівня безпеки до впливу суб’єктивної складової. На підґрунті

навчальної концепції когніто- та психографічні дослідження безпеки враховуватимуть мотивації, уподобання, пріоритети та очікування, навіть певною мірою інтерпретуватимуть емоції та інші суб'єктивні особливості сприйняття економічної ситуації та моделі цілепокладання ОПР. У моделях економічної безпеки має бути відображено нестійкість особистих уподобань, мотивацій і пріоритетів, доволі поширені ефекти когнітивних дисонансів і “розриву” шаблонів поведження, що фіксують зростання напруження у економічних системах. Отже “поверхні” безпеки будуються майже в режимі реального часу, неперервно коригуючись у процесі навчання за змінюваними цілями управління;

3) значно поглиблюється не лише суб'єктивність, а й індивідуалізація у сприйнятті економічної безпеки та оцінюванні її рівня. Все більшою мірою поведження децидентів зумовлюється специфічними проявами нетранзитивності, відхиленнями від раціональності та асиметричністю переваг. Даний аспект безпеки охоплює індивідуальне позиціонування особи, її персоналізоване сприйняття обсягу та глибини загроз з одночасним індивідуальним оцінюванням їх у вимірниках побоювання, непевності, можливо, як наслідків впливу низки глибинних стереотипів поведження особистості, набутих власним досвідом, та інформаційного простору. Останні можуть бути ефективно враховані саме за концепцією навчання;

4) соціальний аспект безпеки акцентує увагу на ефектах поширення інформації в мережах, що доволі частіше формує цільові “коридори” суспільного поведження та сприйняття здійснюваного управління. Відображення та першопричина часто змінюються місцями, тому поведження соціальних угруповань, проходження інформаційних хвиль, само ідентифікація рівня безпеки в межах попередньо виявлених кластерів і типологій, є актуальними об'єктами моделювання;

5) посилюється проконкурентна функція безпеки як інструменту нагляду за дотриманням антимонопольного законодавства та прозорості й рівної доступності умов ринкової діяльності, а підтримка певного регульованого рівня економічної небезпеки є прийнятним для держави та бізнесу;

6) структуру теоретичного базису безпекології доцільно розглянути за складовими ідентифікації (аналізу та оцінювання), інтерпретації (моделювання та оптимізації), позиціонування (кластеризації за сукупністю маркерів) та персоніфікації (безпеко-менеджменту);

7) поглиблюється тенденція зрощування бізнес-аналітики з моделюванням економічної безпеки, зокрема, функція монітори-

нгу стає модельно-оснащеною, використовуються моделі прогнозування впливів, засоби візуалізації, відтворення просторових відношень і типологій;

8) новітньою сферою застосування та функцією безпекології є здійснювана на основі навчання “імітація уявлень” про причини, механізми, наслідки поведження економічних систем;

9) процес навчання, що методологічно є схожим на міграцію в пошуках кращих умов для природніх популяцій, дозволяє поетапно актуалізувати економічно оптимальний рівень безпеки: за аналогією з природньою еволюцією, між полюсами руйнації та вимирання, з одного боку, та повної захищеності, що породжує ізольованість внаслідок відсутності конкуренції, і, як наслідок, неминучу деградацію, з другого;

10) безпека операціоналізується в збільшення та адресність пристосованості до сукупності умов, що потребує посилення внутрішніх безпеко-протекторів, наприклад, якості продукції через стандартизацію та сертифікацію, розбудови технологій інженерії вимог тощо;

11) у теорії безпекології внаслідок визнання значущості впливу суб'єктивної складової, має місце відхилення від абсолютної цілісності охоплення всієї низки аспектів безпеки, відсутній остаточний та єдиний принцип сприйняття, оцінювання, інтерпретації загроз, ризику та безпеки. Наразі домінує заперечення єдиного спрямування процесів змін, розвитку, зокрема, внаслідок їх суттєвої схильності до самоорганізації, визнається не лінійність і суперечливість багатьох тенденцій і закономірностей;

12) актуалізується проблема “викрадання” штучного інтелекту, зокрема, реверс-інжиніринг моделей машинного навчання, що породжує нео-загрози, які, до речі, можуть бути ідентифіковані та усунуті саме на підґрунті навчальних технологій.

Розглянемо деякі аспекти створення бази моделей безпекології [22, 23].

Застосування знанневого підходу на основі інструментарію машинного навчання, що має тяжіння до стратегічного планування, надаватиме можливість конструювання та ідентифікації безпеко-протекторів через виявлення латентних шаблонів. Машинне навчання є новітнім підходом до прийняття рішень: на відміну від “когнітивної” децидентоорієнтованої концепції класичної ТПР у даний час відбувається “навчальна” трансформація парадигми, що орієнтується на створення на даних власних моделей поведження.

Економічна безпека, як одна із системних складових і параметрів, є динамічним процесом, що характеризується зростанням

складності, багатоаспектністю, наявністю суб'єктивної складової та системи динамічно змінюваних параметрів. На думку авторів, економічну безпеку доцільно розглядати не лише як інтегрування складових тетради “загроза-ризик-вразливість-приспосованість”, а врахувати її двоїсту сутність як системну характеристику в економіці та як самостійну складну систему. Остання може оцінюватись у реальному часі шляхом моніторингу значної сукупності чинників та аспектів поведження економічної системи. Важливо, що рівень набуття нових знань про безпеку, або концептуалізація (заглиблення), можливість інтерпретації та узагальнення, є багатоетапним.

За означеним підходом, моделювання процесів безпекологічного спектру можна подати як поетапну концептуалізацію, ітеративне “розпізнання” та побудову ієрархії рівнів узагальнення (концептуалізації), а також уособлення абстрактних уявлень, що породжуються суб'єктивізмом оцінювання безпеки. Ітеративне заглиблення у сутність досліджуваних процесів реалізує глибоке навчання, що дає можливість об'єднати аналіз Big Data [13, 14], концептуалізацію об'єктів, що можуть видобуватись: закономірностей, тенденцій, класифікацій, типологій, сегментацій та інших видів угруповань, асоціацій, та інших видів знань і семантичних концептів.

Зауважимо, що економічна безпека має суттєву властивість інерційного відображення: дозволяє проектувати предикторні згущення до системи вищого рівня (наприклад, від підприємства до галузі) та, в протилежному напрямку, має тяжіння до відтворення якості ознак своєї “надсистеми”.

“Володіння” безпекою, за концепцією навчання, є багатошаровим і передбачає багатоетапне ітеративне заглиблення. За принципом глибокого навчання [17], реалізовуватиметься динамічна фіксація та переміщення центрів управління, що зможуть оперативно ідентифікуватись. Трансформується і внутрішньо-модельний базис досліджень з безпекології на основі видобування знань засобами машинного навчання. Останні є ефективним інструментом системної редукції ризику у процесах прийняття рішень, що стають “збагаченими” знаннями про тенденції та закономірності розвитку та, за принципом самонавчання, інтерпретують ієрархію глибоких рівнів концептуалізації безпеки.

Упроваджувана даталогія [11, 13, 15] є дієвим ресурсом безпеки. Насичені набори даних, бази даних, що насичені семантикою, моделі сенсів, малі дані тощо не лише є варіантами різноманіття “сировини” для технологій машинного навчання, але їхнім стратегічним ресурсом для перспективних новітніх рівнів заглиблення у глибокому навчанні. Окрім названих інструментів, стрімко

зростаюча затребуваність data-журналістики, еко-системи Big Data, є не лише джерелом інформації в IT-суспільстві, а й науково-методологічним ресурсом безпеки. На відміну від економічної розвідки, що концентрує зусилля на вивченні дій конкурентів і донедавна вважалась дієвим інструментом підтримки безпеки, глибоке навчання на Big Data є ознакою та напрямом фактичного змінення наукової парадигми безпекології.

Для оцінювання рівня безпеки та синтезу стратегій ефективного управління нею, а також їхньої подальшої декомпозиції для безпеко-адміністрування, доцільно на підґрунті найширшого врахування інформації про складові (ресурси економічної системи, поточний стан – ситуацію, загрози у зовнішньому та внутрішньому просторах тощо), у реальному часі згенерувати або актуалізувати мету системи з її декомпозицією на цілі нижчих рівнів, яку вже можна конвертувати у операційний менеджмент для функціональних підсистем. Попередньо, саме як результат глибокого навчання, визначатимуться пріоритети та критерії. На відміну від традиційного статистичного визначення вагових значень останніх на підґрунті частотного аналізу звернень, або експертним опитуванням, з урахуванням суттєвих недоліків цих давно відомих процедур, що не усуваються, по-суті, підтримкою перехресних процедур опитувань типу ЗАПРОС, “навчальний” підхід забезпечуватиме, на нашу думку, принципове збільшення адекватності моделей безпеки.

Затребуваним і перспективним є науковий напрямок досліджень у безпекології, що пов’язаний з пошуком і відтворенням простору чинників, які впливають на безпеку, зростає актуальність побудови “профілю безпеки” та обґрунтування рішень з управління нею [16, 18].

На думку авторів, доцільно запропонувати таку ознаку економічної безпеки, як нарративність, що дасть можливість методологічно узагальнити плинність, процесуальність, відсутність апріорно усталених сенсів у розумінні загроз, ризику, співставленні їх з ресурсами, а також єдність економічної діяльності та її відображення й осмислення. На відміну від зумовленості оцінки рівня безпеки низкою традиційних складових, що мають усталені алгоритми подальшого врахування, нарративні властивості безпеки відкриватимуть ширші можливості до прийняття існування багатьох рівнів концептуалізації поняття безпеки. Отже, для побудови ієрархії (мережі) сутностей і тлумачення безпеки і подальшої інтерпретації логіки та взаємообумовленості її рівнів, найадекватнішою стає знаннева парадигма.

Вважаємо, що для оцінювання економічної безпеки ефективно сконцентрувати увагу на інструментарії моделювання знань на базі глибокого навчання [18–20]. У моделях безпекології послідовно збільшуватиметься рівень заглиблення в сутність процесів і, відповідно, рівень абстрагування, здійснюватиметься навчання концепцій, які подаватимуться у вигляді ієрархії вкладених концепцій. У даний час у багатьох, переважно, технічних сферах інструментарій глибокого навчання має вагому історію застосувань, зокрема, поширеними додатками навчальних технологій є обробка природних мов, розпізнання мови, комп'ютерний зір, онлайнні рекомендаційні системи, біоінформатика, відеоігри тощо.

Проблеми, що розв'язуються інструментами машинного навчання у сфері безпекології, можна об'єднати в блоки, що реалізують навчання уявлень, зокрема, автокодування, ідентифікація, агрегування та диференціація чинників варіативності, виокремлення високорівневих абстрактних ознак із початкових даних, застосовується ієрархічний принцип подання складних представлень, які виражені в термінах інших, простіших представлень, у глибоких імовірнісних моделях, наприклад, фіксується глибина графу, що описує зв'язки концепцій [18, 19]. Здійснюватиметься проектування ознак або алгоритмів навчання ознак з метою виокремлення чинників варіативності та знаходження ефективних предикторів, що пояснюють початкові дані, які безпосередньо спостерігаються. Дослідження онтологічної сутності таких чинників дає дослідникові корисне спрощене пояснення або логічно обгрунтовані причини даних-спостережень.

Дослідження з безпекології на початковому рівні формуватимуть синтезовані показники економічної безпеки, наприклад, такі як економічна дієвість (здатність досягати поставленої мети), продуктивність, фінансова стабільність (коефіцієнти автономії та ефективності підприємництва тощо), платоспроможність (коефіцієнти покриття, ліквідності тощо), маневреність та ін. Після масштабування та фільтрації застосовуватимуться модельні технології глибокого навчання: глибокі мережі прямого поширення, регуляризація, алгоритми оптимізації, згорткові мережі, моделювання послідовностей. У подальшому, на нашу думку, ефективним буде дослідження, верифікація, інтерпретація та, зокрема, перша концептуалізація попередньо побудованої системи безпеко-протекторів. На наступних ітераціях глибокого навчання насичуватиметься багатомірний безпекологічний простір.

Прикладне глибоке навчання в безпекології, на думку авторів, доцільно зорієнтувати на застосування моделей видобування знань

із даних, зокрема, знаходження прихованих повторювальних образів і структур у даних, виявлення шаблонів у даних різних типів, зокрема неструктурованих, на підґрунті модельних технологій глибокого навчання: лінійних факторних моделей, автокодувальників, навчання уявлень, структурних імовірнісних моделей, методів Монте-Карло, статистичної суми, наближеного виведення, глибоких породжуючих моделей тощо. Застосовуватимуться заходи щодо запобігання недо- та перенавчанню. Активно будуть використовуватись традиційні складові аналізу даних: регресія, класифікація, бутстреп-створення повторюваних вибірок, регуляризація, дерева рішень, машини опорних векторів, кластеризація тощо. Конвеєр побудови комплексу орієнтованих на знання моделей безпекологічних досліджень включатиме етапи оцінювання та оптимізації моделей, зокрема, циклічний ковзний контроль, вимірювання продуктивності та регулювання параметрів. Здійснюватиметься конструювання простору гіпотез, застосовуватимуться новітні методи оцінювання моделі та “витончене” настроювання параметрів.

Ефективною є ансамблева концепція моделювання [20, 23], побудова конвеєрів для об'єднання моделей у ланцюги та інкапсуляції робочого потоку, що передбачає комбінування моделей і використовує баггинг і випадкові ліса, карти ансамблевого ландшафту тощо. Ефективними є технології побудови ансамблів моделей на підґрунті інструментарію розв'язання дилеми зміщення-дисперсії. Для відтворення безпекологічного простору, окрім індуктивного концептуального навчання, доцільним є застосування динамічного навчання, зокрема, неперервне перенавчання.

У напрямку обґрунтування новітньої “навчальної” концепції у безпекології, розглядатимемо динамічний аспект, враховуючи, що безпека має об'єктивну багаточаровість сутності, займаючи проміжне місце між поточним (сталим) і потенційним (предиктивним) станом економічної системи, а, отже, “розгортатиме” зароджувані тенденції лише в майбутньому. Пропонуємо використання модельної технології видобування знань на основі комплексу моделей динамічного факторного аналізу (ДФА) [21, 29]. Модель ДФА для досліджуваної системи, поведження якої описується сукупністю часових рядів, містить блоки рівнянь факторів, динамічні рівняння факторів за авторегресійною схемою та апроксимації початкових часових рядів через ідентифіковані фактори. Для моделювання поведження системи використовуються гнучкі інструменти та кілька напрямів налаштування та варіантної ідентифікації динамічних тенденцій і закономірностей для реалізації сценарного підходу та одержання знань. Наприклад, побудова першого динамічного

фактору дозволяє висунути попередні припущення про загальну закономірність еволюції системи або тренду. Виразивши початкові часові ряди через динамічні фактори, що акумулюють інформацію про поведінку всієї системи, та варіюючи кількість факторів, глибину запізнення та імітуючи за допомогою вагових індикаторів ступені активності широкого спектру ефектів, що мають місце або зароджуються у досліджуваній системі, дослідник може реалізувати ефективний пошук знань у режимі ручного керування або автоматизованому. Результат кожного кроку одержання інтерпретованої моделі є рівнем ієрархії концепцій, що вибудовується за принципом навчання [24, 25].

Висновки. Підсумовуючи викладене зазначимо, що необхідність розбудови інструментарію моделювання та управління економічною безпекою від на сьогодні домінуючих інтеграційних підходів і сценарного аналізу до концепції навчання, є затребуваною сучасним етапом розвитку суспільства в напрямку інформаційної економіки, новітніми досягненнями в технологіях аналізу Big Data, Data Science, машинного навчання тощо. Активно запроваджувана дослідницька інфраструктура, що складається з теорії, модельного інструментарію та технологій глибокого навчання, конвертуватиме “великі дані” моніторингу поведінки економічної системи у безпекопротекторну стратегію управління.

Предиктивні технології (прогнозна аналітика) стають зростаючим ресурсом безпеки, зокрема, й завдяки їхньому потужному потенціалу щодо впливу на соціальні групи людей, інвесторів, споживачів, підприємців та інших контрагентів економічної діяльності. На думку авторів, навчальний модельний підхід на підґрунті побудови модельної ієрархії, котра відтворюватиме багаторівневу вкладеність концепцій та аспектів безпеки, є перспективним і потужним інструментом для діагностичного управління нею. Моделі глибокого навчання у безпекології можна використовувати як гнучкий інструмент для подальшої сегрегації безпекопротекторів, ідентифікації чинників ризику та подій-“триггерів”, а, отже, підвищення адресності та ефективності заходів, що убезпечать економічну систему.

Враховуючи, що в даний час до науковців зростає кредит довіри з боку бізнесу, який зацікавлений у знаходженні ефективних безпеко-протекторів і визнає математичне моделювання, Big Data, Data Science та машинне навчання своїм стратегічним обладнанням, не заперечує долучитись до досліджень з безпекології, а інтелектуальні центри з моделювання економічної безпеки все активніше “дрейфують” до аналітичних підрозділів підприємств,

розроблення методологічного забезпечення та модельного базису є затребуваним та перспективним науковим напрямом для вчених зі сфери комп'ютерингу.

Література

1. *Геєць В.М.* Моделювання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство / В.М. Геєць, М.О. Кизим, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк. – Х.: ВД “Інжек”, 2006. – 240 с.

2. Современные подходы к моделированию социально-экономических систем: [монография] / В.С. Пономаренко, Т.С. Клебанова, А.И. Черняк, С.А. Рыбальченко и др. Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Харьков: ИД „ИНЖЭК”, 2011. – 280 с.

3. *Вітлінський В.В., Піскунова О.В.* Математичні моделі та методи ринкової економіки / В.В. Вітлінський, О.В. Піскунова // – К.: КНЕУ, 2010. – 531 с.

4. *Вахлакова В.В.* Економічна безпекологія: становлення науки / В.В. Вахлакова // Проблеми економіки. – 2017. – № 1. – С. 290–296.

5. *Зачко О. Б.* Моделі та методи безпеко-орієнтованого управління проектами розвитку складних систем: методологічний підхід / О. Б. Зачко, І. Г. Зачко // Вісник Нац. техн. ун-ту “ХПІ”: зб. наук. пр.; Темат. вип. : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами = Bulletin of National Technical University ;KhPI; ; coll. of sci. papers. Ser. : Strategic management, portfolio, program and project management. – Харків : НТУ ; ХПІ, 2016. – № 2 (1174). – С. 86–90.

6. *Козаченко Г.В.* Естиметологічний аспект в економічній безпекології / Г.В. Козаченко // Проблеми економіки. — 2016. — №1. — С. 167–173.

7. *Стеценко С.П.* Закономірності формування мезоекономічного рівня економічної безпеки / С.П. Стеценко // Ефективна економіка. – 2013, №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2495>.

8. *Чубукова О.Ю., Воронкова Т.Є.* Система економічної безпеки (екосистейт): сутність, структура / О. Ю. Чубукова, Т. Є. Воронкова // Ефективна економіка. – 2014. – № 2. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2014_2_82

9. *Ілляшенко О.В.* Побудова системи економічної безпеки підприємства: принципи положення / О.В. Ілляшенко // Електронне наукове фахове видання “Ефективна економіка”. – №11. – 2015.

10. *Кириченко О.Я.* Методологічні основи економічної безпеки суб’єктів господарювання в трансформаційній економіці / О.А. Кириченко, Ю.Г. Кім // Актуальні проблеми економіки. – 2008. – №12. – С. 53–65.

11. *Джеймс Г., Уиттон Д., Хасті Т.* Введение в статистическое обучение с примерами на языке R / Пер. с англ. С.Э. Мاستицкого. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 450 с.

12. *Ю. Лесковец, А. Раджараман.* Анализ больших наборов данных / Пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс. 2016. – 498 с.

13. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков / учебн. пособ. – СПб.: Питер, 2010. – 704 с.
14. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Пылькин А.Н. Принятие решений в условиях неопределенности / Л.А., Демидова, В.В. Кираковский, А.Н. Пылькин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 283 с.
15. Мاستицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мاستицкий, В.К. Шитиков. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с.
16. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания их данных / пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.
17. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 652 с.
18. Силен Д., Мейсман А., Али М. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.
19. Бринк Х., Ричардс Дж., Феверолф М. Машинное обучение. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.
20. Рашка С. Python и машинное обучение / пер. с англ. А.В. Логунова. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 418 с.
21. Кольвах Д.В. Разработка и исследование метода прогнозирования сложных процессов на основе комбинированных рядов / Д.В. Кольвах // Автореф. дис. канд. техн. наук. 2004, Владикавказ. Научная библиотека диссер. и автореф. <http://tekhnosfera.com/razrabotka-i-issledovanie-metoda-prognozirovaniya-slozhnyh-protsesov-na-osnove-kombinirovannyh-ryadov>
22. Вітлінський В.В., Катуніна О.С. Модельноцентрична концепція формування освітніх програм в інформаційно-знаннєвій економіці / В.В. Вітлінський О.С. Катуніна // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Моделювання соціально-економічних процесів: регіональні та галузеві аспекти” Дрогобич: ВД Дрогобицького державного педагогічного університету імені І.Франка, 2016”. – С. 163–166.
23. Вітлінський В.В., Катуніна О.С. Тенденції розвитку економіко-математичного моделювання / В.В. Вітлінський О.С. Катуніна // Матеріали першої національної конференції “Економіко-математичне моделювання”. – К.: КНЕУ, 2016. – С. 54–56.
24. Вітлінський В.В., Катуніна О.С. Моделювання динаміки формування асортименту продукції промислових підприємств / В.В. Вітлінський, О.С. Катуніна // Сучасні концепції прогнозування розвитку складних систем.. Монографія / Бердянський національний університет. – Бердянськ, 2014. – С. 38–52.
25. Катуніна О.С. Прогнозування процесів насичення ринку на базі динамічних факторних моделей / О.С. Катуніна // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – К.: КНЕУ, 2014. – Вип.90. – С. 106–125.
26. Вітлінський В.В., Катуніна О.С. Моделювання суб’єктивних сторін якості життя у прогнозуванні попиту / В.В. Вітлінський, О.С. Катуніна // Сучасні концепції прогнозування розвитку складних систем: Монографія. – Бердянськ, 2013. – С. 38–52.

27. Вітлінський В.В., Катуніна О.С. Еволюційні моделі оцінювання та прогнозування стратегій розвитку галузей промисловості України / В.В. Вітлінський О.С. Катуніна / Актуальні проблеми прогнозування поведінки складних соціально-економічних систем: Монографія, розділ 1.2. / За ред.. О.І. Черняка, П.В. Захарченка. – Бердянськ: Видавець Ткачук О.В., 2016. – 512 с. – С. 25–38.

References

1. Geyecz` V.M. Modelyuvannya ekonomichnoyi bezpeky`: derzhava, region, pidpry'emstvo [Modeling of economic security: state, region, enterprise]. V.M. Geyecz`, M.O. Ky`zy`m, T.S. Klebanova, O.I. Chernyak. – X.: VD "Inzhek", 2006. – 240 s.

2. Sovremennyye podkhody k modelyrovany`yu socy`al`no-ekonomy`chesky`x sy`stem [Modern approaches to modeling social and economic systems]. V.S. Ponomarenko, T.S. Klebanova, A.Y`. Chernyak, S.A. Rybal`chenko y` dr. Pod red. V.S. Ponomarenko, T.S. Klebanovoj, N.A. Ky`zy`ma. – Xar`kov: Y`D „Y`NZhEK”, 2011. – 280 s.

3. Vitlinskyy V.V., Piskunova O.V. Matematy`chni modeli ta metody` ry`nkovoyi ekonomiky` [Mathematical Models and Methods of a Market Economy]. V.V. Vitlinskyy, O.V. Piskunova. – K: KNEU, 2010. – 531 s.

4. Vaxlakova V. V. Ekonomichna bezpekologiya: stanovlennya nauky` [Economic security science: the formation of science]. V.V. Vaxlakova // Problemy` ekonomiky`. – 2017. - # 1. – S. 290–296.

5. Zachko O. B. Modeli ta metody` bezpeko-oriyentovanogo upravlinnya proektamy` rozvy`tku skladny`x sy`stem: metodologichny`j pidxid [Models and methods of security-oriented project management of complex systems development: a methodological approach]. O. B. Zachko, I. G. Zachko // Visny`k Nacz. texn. un-tu "XPI": zb. nauk. pr. Temat. vy`p. : Strategichne upravlinnya, upravlinnya portfelyamy`, programamy` ta proektamy` = Bulletin of National Technical University "KhPI" : coll. of sci. papers. Ser. : Strategic management, portfolio, program and project management. – Xarkiv : NTU "XPI", 2016. – # 2 (1174). – S. 86–90, 20166. Kozachenko G.V. Esty`metologichny`j aspekt v ekonomichnij bezpekologiyi [The estimetological aspect in economic safetyology]. G.V. Kozachenko // Problemy` ekonomiky`. — 2016. — #1. — S. 167–173.

7. Stecenko S.P. Zakonomirnosti formuvannya mezoekonomichnogo rivnya ekonomichnoyi bezpeky` [Patterns of formation of the mesoeconomic level of economic security]. S.P. Stecenko // Efekty`vna ekonomika. – 2013, #3. – Rezhy`m dostupu: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2495>.

8. Chubukova O.Yu., Voronkova T.Ye. Sy`stema ekonomichnoyi bezpeky` (ekosesteyt): sutnist`, struktura [System of economic security (ecosystems): essence, structure]. O.Yu. Chubukova, T.Ye. Voronkova // Efekty`vna ekonomika. – 2014. – # 2. – Rezhy`m dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2014_2_82

9. Ilyashenko O.V. Pobudova sy`stemy` ekonomichnoyi bezpeky` pidpry`yemstva: pry`ncy`povi polozhennya [Construction of the system of

economic security of the enterprise: the basic provisions]. O.V. Ilyashenko// Elektronne naukove faxove vy`dannya "Efekty`vna ekonomika". #11. – 2015.

10. Ky`ry`chenko O.Ya. Metodologichni osnovy` ekonomichnoyi bezpeky` sub`yektiv gosподaryuvannya v transformacijnij ekonomici [Methodological bases of economic safety of economic entities in the transformational economy]. O.A. Ky`ry`chenko, Yu.G. Kim // Aktual`ni problemy` ekonomiky`. – 2008. – #12. – S.53–65.

11. Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R* Springer-Verlag New York, 2013. 426p. (Russ. ed.: Dzheymys G., Uitton D., Hasti T., Vvedenie v statisticheskoe obuchenie s primerami na yazyike R / Per. s angl. S.E. Mastitskogo. – M.: DMK Press. 2016. – 450 s.).

12. Yu. Leskovets, A. Radzharaman Analiz bolshih naborov dannyih. [Analysis of large datasets]. Per. s angl. Slinkin A.A. – M.: DMK Press. 2016. – 498 s.

13. Paklin N.B., Oreshkov V.I. Biznes-analitika: ot dannyih k znaniyam: Ucheb. posobie [Business Analytics: From Data to Knowledge: Tutorial. allowance]. N.B. Paklin, V.I. Oreshkov // uchebn. posob. – SPb.: Piter, 2010. – 704 s.

14. Demidova L.A., Kirakovskiy V.V., Pyilkin A.N. Prinyatie resheniy v usloviyah neopredelennosti [Making decisions in uncertainty]. L.A., Demidova, V.V. Kirakovskiy, A.N. Pyilkin. – M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2015. – 283 s.

15. Mastitskiy S.E., Shitikov V.K. Statisticheskii analiz i vizualizatsiya dannyih s pomoschyu R [Statistical analysis and visualization of data using R]. S.E. Mastitskiy, V.K. Shitikov. – M.: DMK Press. 2015. – 496 s.

16. Flach Peter. *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data*. Cambridge University Press, 2012. 409 p. (Russ. ed.: Flah P. Mashinnoe obuchenie. Nauka i iskusstvo postroeniya algoritmov, kotoryie izvlekayut znaniya ih dannyih / per. s angl. A.A.Slinkina. – M.: DMK Press, 2015. – 400 s.).

17. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville *Deep Learning*. The MIT Press, 2016. 800 p. (Russ. ed.: Gudfellou Ya., Bendzhio I., Kurvill A. Glubokoe obuchenie / per. s ang. A.A.Slinkina. – M.: DMK Press, 2017. – 652 s.).

18. Davy Cielen, Arno D.B. Meysman, Mohamed Ali *Introducing Data Science: Big Data, Machine Learning, and more, using Python tools*. Dreamtech Press India Pvt. Ltd, 2016. 320 p. (Russ. ed.: Silen D., Meysman A., Ali M. Osnovyi Data Science i Big Data. Python i nauka o dannyih. SPb.: Piter, 2017. – 336 s.).

19. Henrik Brink, Joseph Richards, Mark Fetherolf *Real-World Machine Learning*. Manning Publications Co, 2016. 400 p. (Russ. ed.: Brink H., Richards Dzh., Feverolf M. Mashinnoe obuchenie. – SPb.: Piter 2017. – 336s.).

20. Raschka S. *Python Machine Learning*. Packt Publishing – ebooks, 2015. 454 p. (Russ. ed.: Rashka S. Python i mashinnoe obuchenie / per. s angl. A.V. Logunova. – M.: DMK Press, 2017. – 418 s.).

21. Kolvah D.V. Razrabotka i issledovanie metoda prognozirovaniya slozhnykh protsessov na osnove kombinirovannykh ryadov [Development and research of the method of prediction of complex processes on the basis of combined series]. D.V. Kolvah // Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. 2004, Vladikavkaz. Nauchnaya biblioteka dissertatsiy i avtoreferatov <http://tekhnosfera.com/razrabotka-i-issledovanie-metoda-prognozirovaniya-slozhnykh-protsessov-na-osnove-kombinirovannykh-ryadov>

22. Vitlinskyy V.V., Katunina O.S. Model' nocentry`chna koncepciya formuvannya osvity program v informacijno-znanneviy ekonomici [The model-centered concept of the formation of educational programs in the information-conscious economy]. V.V. Vitlinskyy O.S. Katunina // Materialy` mizhnarodnoyi naukovo-prakty`chnoyi konferenciyi "Modelyuvannya social'no-ekonomichny`x procesiv: regional'ni ta galuzevi aspekty`" Drogoby`ch: VD Drogoby`cz`kogo derzhavnogo pedagogichnogo universy`tetu imeni I.Franka, 2016", s.163–166.

23. Vitlinskyy V.V., Katunina O.S. Tendenciyi rozvy`tku ekonomiko-matematy`chnogo modelyuvannya [Trends in the development of economic-mathematical modeling]. V.V. Vitlinskyy O.S. Katunina // Materialy` pershoi nacional'noyi konferenciyi "Ekonomiko-matematy`chne modelyuvannya". K.: KNEU., 2016 – S.54–56.

24. Vitlinskyy V.V., Katunina O.S. Modelyuvannya dy`namiky` formuvannya asorty`mentu produkciyi promy`slovy`x pidpry`emstv [Modeling the dynamics of the production assortment of industrial enterprises]. V.V. Vitlinskyy O.S. Katunina // Suchasni koncepciyi prognozuvannya rozvy`tku skladny`x sy`stem. Berdyans`k 2014. Monografiya. Berdyans`ky`j nacional'ny`j universy`tet. – S. 38–52.

25. Katunina, O.S. Prognozuvannya procesiv nasy`chennya ry`nku na bazi dy`namichny`x faktorny`x modelej [Forecasting processes of saturation of the market based on dynamic factor models]. O.S. Katunina // Modelyuvannya ta informacijni sy`stemy` v ekonomici. – K.: Vy`d-vo KNEU, 2014. – Vy`p.90. – S. 106–125.

26. Vitlinskyy V.V., Katunina O.S. Modelyuvannya sub`yekty`vny`x prostoriv yakosti zhy`ttya u prognozuvanni popy`tu [Modeling of subjective spatial quality of life in the projection requirement]. V.V. Vitlinskyy O.S. Katunina // Suchasni koncepciyi prognozuvannya rozvy`tku skladny`x sy`stem. Berdyans`k. 2013. Monografiya. Berdyans`ky`j nacional'ny`j universy`tet. – S. 38–52.

27. Vitlinskyy V.V., Katunina O.S. Evolyucijni modeli ocinyuvannya ta prognozuvannya strategij rozvy`tku galuzej promy`slovy` Ukrainy`. Rozdil 1.2, s. 25–38 [Evolutionary models of estimation and forecasting of strategies of development of industries of Ukraine]. V.V. Vitlinskyy O.S. Katunina // Aktual'ni problemy` prognozuvannya povedinky` skladny`x social'no-ekonomichny`x sy`stem: Monografiya / Za red. O.I. Chernyaka, P.V. Zaxarchenka. – Berdyans`k: Vy`davec` Tkachuk O.V., 2016. – 512 s.

Бегун А.В., к.е.н., проф.,
Ігнатова Ю.В., к.е.н., доц.,
Рудик Н.В., к.е.н., ст. викл.,
Даценко Н.В., ст.викл., ДВНЗ “КНЕУ імені Вадима Гетьмана”

Bichun A., Dr. Prof.,
Ignatova J., Dr.PhD.,
Rudyk N., Dr.PhD.,
Datsenko N., Assistant,
Kyiv National Economic University named after Vadim Hetman

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

MODELING THE PROCESS OF ASSESSING THE EFFICIENCY OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES

АНОТАЦІЯ. На сьогоднішній день питання оцінювання ефективності діяльності малого та середнього бізнесу займає ключове місце в економічних дослідженнях. Основними труднощами для малих інноваційних підприємств є залучення фінансово-кредитних інструментів. Для отримання коштів підприємство має обґрунтувати не лише інноваційну ідею, а й змоделювати (прорахувати) прогноз прибутковості підприємницької діяльності. В статті розглянемо питання прогнозування оцінки ефективності малого інноваційного підприємства та складання якісного прогнозу на основі аналізу часових рядів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: малий і середній бізнес, мале інноваційне підприємство, прогнозування, часові ряди, декомпозиція часового ряду.

АННОТАЦИЯ. На сегодняшний день вопрос оценки эффективности деятельности малого и среднего бизнеса занимает ключевое место в экономических исследованиях. Основной трудностью для малых инновационных предприятий является привлечение финансово-кредитных инструментов. Для получения средств предприятие обосновать не только инновационную идею, но и смоделировать (просчитать) прогноз прибыльности предпринимательской деятельности.

В статье рассматривается вопрос прогнозирования оценки эффективности малого инновационного предприятия и составления качественного прогноза на основе анализа временных рядов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: малый и средний бизнес, малое инновационное предприятие, прогнозирование, временные ряды, декомпозиция временного ряда.

ANNOTATION. Nowadays, the question of assessing the effectiveness of small and medium-sized businesses is a key point in economic research. The main difficulty for small innovative enterprises is the attraction of financial and credit instruments. In order to obtain the borrowed funds, the enterprise can justify not only an innovative idea, but also calculate the forecast of profitability of entrepreneurial activity.

The article deals with the issue of forecasting the evaluation of the efficiency of the small innovative enterprises and the compilation of a qualitative forecast based on the analysis of time series.

KEYWORDS: *small and medium business, small innovative enterprise, forecasting, time series, decomposition of time series.*

Вступ. На сьогоднішній день питання оцінювання ефективності діяльності малого та середнього бізнесу займає ключове місце в економічних дослідженнях. Останнім часом в Україні стрімко розвиваються малі інноваційні підприємства. Вітчизняні малі інноваційні підприємства залучають представників Силіконової Долини та перемагають на конкурсах рівня TechCrunchDisrupt (м. Сан-Франциско), виграють міжнародні конкурси і залучають грантові кошти серед інших стартапів світового рівня.

Серед найвідоміших успішних українських малих інноваційних підприємств є Grammarly. Підприємство розробляє програмне забезпечення, яке відслідковує в англomовному тексті (будь-яких граматичних сервісів) граматичні, синтаксичні та лінгвістичні помилки та виправляє їх. Також це програмне забезпечення дозволяє перевіряти тексти на плагіат.

Українські ІТ-ники мають успіх не лише в розробці ПЗ, а й в створенні hardware. Один з таких проектів – Petcube. Компанія достатньо молода (заснована 2012 році), але успіх отримала з першого створеного приладу: невеликий куб для спостереження та гри з домашніми улюбленцями [1].

Ще одне відоме українське мале інноваційне підприємство (МПП) PolytedaCloud. Це єдиний вітчизняний стартап, який отримав в 2016 році 1,22 млн EUR інвестицій від Єврокомісії [1]. Проект брав участь у програмі по дослідженням та інноваціям Horizon 2020 SME Instrument і став переможцем. У межах конкурсу це підприємство повинно впровадити хмарний продукт PolytedaCloud на базисі трьох європейських компаній ринку мікроелектроніки. У січні 2017 року команда вже розпочала роботу над пілотним проектом для компанії Rucloud. PolytedaCloud — хмарна технологія з розробки програмного забезпечення для перевірки інтегральних мікросхем на стадії перевиробництва. Особливість продукту – користувач працює з ним у хмарі і платить погодинно.

Основними труднощами для таких МПП є залучення фінансово-кредитних інструментів (ФКІ). Серед джерел ФКІ розрізняють банківські кредити, лізинг, грантові кошти, венчурні інвестиції тощо. Тому для отримання запозичених коштів підприємство має обґрунтувати не лише інноваційну ідею, а й змоделювати

(прорахувати), здійснити прогноз прибутковості підприємницької діяльності.

Метою статті є прогнозування оцінки ефективності МПП і складання якісного прогнозу на основі аналізу часових рядів.

Аналіз досліджень і публікацій. Проаналізувавши ряд літературних джерел [1—7] можна прийти до висновку, що прогнозування прибутковості МПП можна здійснити двома шляхами. Перший шлях має на меті відшукати причинно-наслідкові механізми, тобто знайти визначальні фактори поведінки прогнозного показника. Цей шлях приводить до економіко-математичного моделювання, побудови моделі поведінки економічного об'єкту (економетричні моделі). Другий шлях – спробувати передбачити майбутній стан економічного об'єкту, аналізуючи часовий ряд його показника ізольовано [3].

Аналіз часового ряду допомагає виявити регулярності в спостережуваних змінних, вивести закони, яким підкоряються спостереження, розширити інформацію про змінних з метою прогнозування майбутнього стану. Основою методології зазначених процедур є можливість розкласти часовий ряд на кінцеве число незалежних компонентів, які визначають регулярність і можуть, таким чином, вказати майбутні значення.

У середині XIX століття такий методологічний підхід використовували економісти Ч. Беббідж (Charles Babbage) і У.С. Джевонс (William Stanley Jevons). Декомпозицію на компоненти (рис. 1), які залежать від різних причинних чинників, уперше виконав У. Пірсонс (Warren M. Persons) в 1919 р. [4].



Рис. 1. Компоненти часового ряду

Джерело: складено авторами.

Він виділив чотири складові:

- 1) довгострокова тенденція ряду (тренд);
- 2) циклічна складова з періодом більше, ніж рік (бізнес-цикл);
- 3) компонент, який містить сплески і провали протягом року (сезонний цикл);
- 4) складова, що містить коливання, які неможливо віднести до жодного із зазначених вище компонентів (залишки).

У даний час існує досить багато ефективних і різноманітних методів прогнозування, пов'язаних з потужним математичним апаратом [3]. До найширше використовуваним, зокрема, відносяться методи прогнозування на основі білінійної моделі [5], авторегресійний аналіз різних типів [3; 5], спектральний аналіз, прогнозування на основі методів Монте-Карло [6], методи на основі машинного навчання та експертних оцінок (рекурсивні стратегії [7], нейронні мережі [5]), фрактальні стратегії, методи на основі багатовимірної регресії (у тому числі з використанням непараметричних оцінок щільності розподілу) [3] і багато іншого. Дані методи в сучасний час є одними з найвідоміших і широко поширених підходів у прогнозуванні.

Основні результати.

З метою залучення грантових коштів, МПІ має показати свою історію діяльності (фінансові результати) та надати обґрунтований прогноз на майбутні періоди. Як правило, для залучення таких фінансово-кредитних інструментів, як грантові кошти, наприклад, Горизонт 2020, Erasmus і кошти венчурних фондів проводиться аналіз фінансових результатів не менше ніж за півроку. Саме тому, доцільно проаналізувати фінансові результати МПІ не менше ніж за півроку та розробити методику оцінки та прогнозування прибутку від інноваційної діяльності, зокрема на прикладі американського МПІ Buffer.

Використаємо зазначений підхід аналізу часових рядів з метою прогнозування ефективності МПІ Buffer.

Розглянемо докладніше статистичну інформацію по ряду динаміки чистого доходу стартапу Buffer за перші 600 днів з початку його діяльності (лютий 2012–вересень 2013 року), яка подана на рис. 2.

Часовий ряд (зображений на рис. 2) характеризується зростаючою тенденцією, яка має велику кількість коливань, що є властивим для показників прибутковості стартапів.

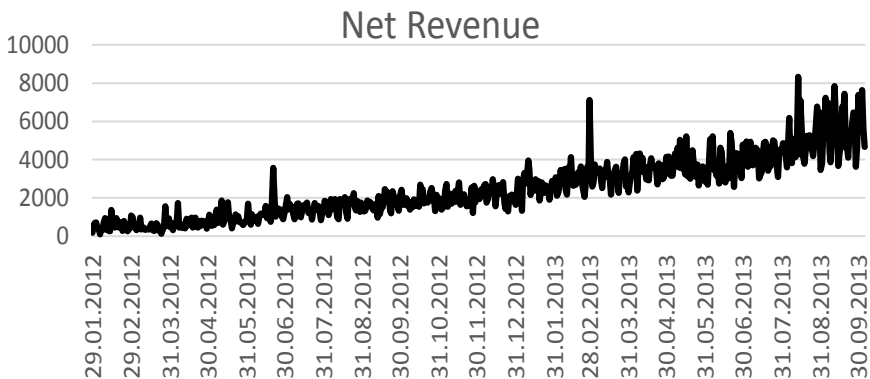


Рис. 2. Часовий ряд Чистого доходу Buffer за лютий 2012 – вересень 2013 р.

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

З метою здійснення прогнозу проведемо декомпозицію даного часового ряду Y_t на такі складові: тренд T_t , сезонну компоненту S_t та залишок e_t . Розрізняють адитивну та мультиплікативну моделі розкладу часового ряду:

- адитивна $Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$, (1)
- мультиплікативна $Y_t = T_t \times S_t \times \varepsilon_t$. (2)

Аналіз часового ряду з рис. 2 розпочнемо з побудови адитивної моделі (1). Процес побудови будь-якої з цих моделей зводиться до розрахунку значень T , S та e для кожного рівня ряду за алгоритмом, поданим на рис. 3.

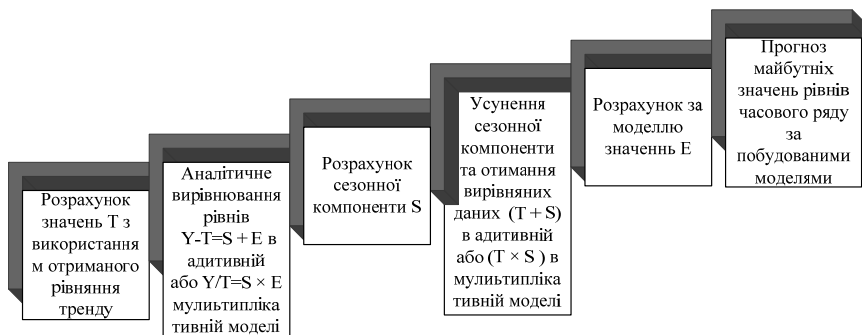


Рис. 3. Алгоритм декомпозиції часового ряду

Джерело: складено авторами.

Для декомпозиції часового ряду обсягів чистого доходу МПП Buffer розглянемо, як кожна з компонент (тренд, сезонна складова та залишок) пов'язані з часовим рядом. Розрахуємо модель адитивних компонент як суму цих компонентів ряду.

На першому етапі проведемо оцінку тренду часового ряду, тобто визначаємо трендову компоненту T . Оскільки нам невідомо, яке з рівнянь тренду дасть найкращий результат, доцільно побудувати кілька рівнянь та обрати найкраще. Результати моделювання тренду часового ряду Y_t обсягів чистого доходу та їх коефіцієнти детермінації:

- а) лінійний тренд $y = 7,806 t + 27,158$, $R^2 = 0,862$;
- б) експоненційний тренд $y = 559,835 e^{0,004t}$, $R^2 = 0,662$;
- в) степеневий тренд $y = 3811 t^{0,689}$, $R^2 = 0,765$;
- г) поліноміальний тренд другого порядку $y = 0,0064 t^2 + 3,836 t + 436,004$, $R^2 = 0,877$;
- д) логарифмічний тренд $y = 4.204 + 0.0005 \ln t$, $R^2 = 0,592$.

Очевидно, що найякіснішим рівнянням тренду є варіант (г), так як коефіцієнт якості даної моделі (коефіцієнт детермінації R^2) є найвищим. Тому для апроксимації даних чистого доходу використаємо поліноміальний тренд другого порядку, оскільки ця модель має найкращий (серед інших) коефіцієнт детермінації та за критерієм Стьюдента усі параметри є значущими:

$$y = 0.0064 t^2 + 3.836 t + 436.004. \quad (3)$$

Підставимо в рівняння (3) значення $t = 1, 2, \dots, 616$ і знайдемо рівні тренду T , які подані в табл. 1 для кожного моменту часу t .

Таблиця 1

РОЗРАХУНОК РІВНІВ ТРЕНДУ

t	t^2	День тижня	Y_t	T
1	1	пн	172	439,847
2	4	вт	605	443,703
3	9	ср	687	447,571
4	16	чт	724	451,453
5	25	пт	456	455,347
6	36	сб	334	459,254
7	49	нд	380	463,174
8	64	пн	426	467,107
9	81	вт	304	471,053
10	100	ср	720	475,011
...

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

На рис. 4 зображено лінію тренду (3) в порівнянні з фактичними даними часового ряду.

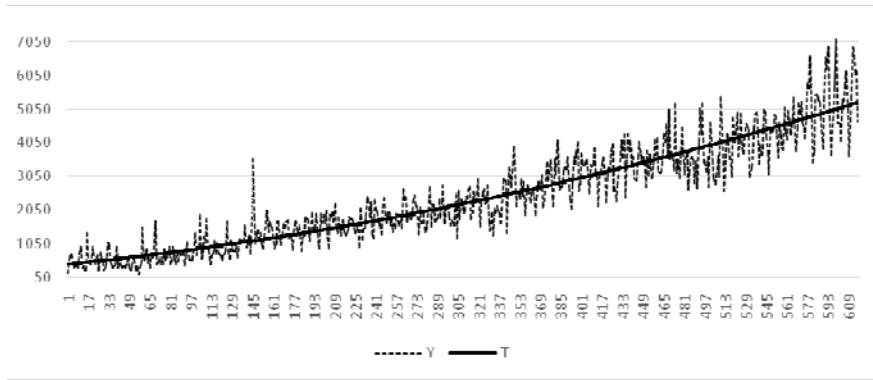


Рис. 4. Часовий ряд (фактичні дані) та лінія тренду

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

На другому етапі виключимо вплив тренду з фактичних даних. Для цього віднімаємо значення тренду з кожного рівня відповідного часового ряду і отримаємо сезонну компоненту + залишки, тобто $S+E = Y - T$, які подані в табл. 2. Ці значення розраховуються для кожного моменту часу та містять тільки тенденцію та випадкову компоненти.

Таблиця 2

СЕЗОННА КОМПОНЕНТА ТА ЗАЛИШКИ

t	t^2	День тижня	Y	T	Аналітичне вирівнювання $Y_t - T_t$
1	1	пн	172	439,847	-267,847
2	4	вт	605	443,703	161,2974
3	9	ср	687	447,571	239,4288
4	16	чт	724	451,453	272,5474
5	25	пт	456	455,347	0,653118
6	36	сб	334	459,254	-125,254
7	49	нд	380	463,174	-83,174

8	64	пн	426	467,107	-41,1069
9	81	вт	304	471,053	-167,053
10	100	ср	720	475,011	244,9887
...

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

На рис. 5 подано результати аналітичного вирівнювання рівнів ряду після усунення трендової компоненти.

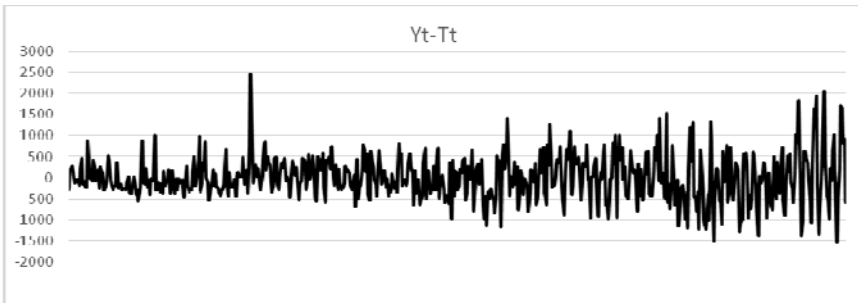


Рис. 5. Аналітичне вирівнювання ($S+E$) після усунення трендової компоненти для часового ряду

Джерело: розраховано авторами [8].

На третьому етапі проведемо вирівнювання або згладжування часового ряду. Для цього на основі [2] використаємо метод ковзного середнього. Цей підхід за оцінками вітчизняних і зарубіжних науковців [2, 3], є найпоширенішим. У класичному варіанті основою методу є пошук середнього значення для обраного розміру вікна. За оцінкою [3] достовірні результати цей метод забезпечує при заміні показника середнього значення на показник медіани, а також залежно від розміру вікна.

Тому згладимо часовий ряд обсягів чистого прибутку для ширини вікна в 7 значень (тиждень) (рис. 6, табл. 3). Тобто розрахуємо медіану для перших семи значень і результат внесемо для періоду $t=4$; аналогічно розрахуємо медіану для наступних семи значень починаючи з другого спостереження і результат внесемо для періоду $t=5$ і так далі. Чим більша ширина вікна, тим більше лінія тренду наближається до прямої.

Результати аналітичного вирівнювання ряду, згладжування та оцінка сезонної компоненти подано в табл. 3.

Таблиця 3

**АНАЛІТИЧНЕ ВИРІВНЮВАННЯ РЯДУ,
ЗГЛАДЖУВАННЯ ТА ОЦІНКА СЕЗОННОЇ КОМПОНЕНТИ**

t	День тижня	Y	Аналітичне вирівнювання $Y_t - Tt$	Ковзна медіана	Центрована ковзна середня	Оцінка сезонної компоненти S
1	пн	172	-267,847	–	–	–
2	вт	605	161,2974	–	–	–
3	ср	687	239,4288	–	–	–
4	чт	724	272,5474	0,653118	0,653118	723,347
5	пт	456	0,653118	0,653118	-20,2269	476,227
6	сб	334	-125,254	-41,1069	-41,1069	375,107
7	нд	380	-83,174	-41,1069	-41,1069	421,107
8	пн	426	-41,1069	-41,1069	-62,1405	488,140
9	вт	304	-167,053	-83,174	-83,0692	387,070
...	
611	вт	5181,74	203,7626	203,7626	514,9367	4870,563
612	ср	5193,44	1720,558	826,1109	826,1109	6087,889
613	чт	5205,16	1653,841	826,1109	–	–
614	пт	5216,89	826,1109	–	–	–
615	сб	5228,63	923,8679	–	–	–
616	нд	5240,39	-580,388	–	–	–

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

За результатами, поданими в табл. 3, на рис. 6 зображено згладжений часовий ряд чистого прибутку МП Бафер.

На четвертому етапі проведемо моделювання сезонної компоненти. Загальноприйнятим підходом до моделювання прибутковості діяльності підприємств ІТ галузі є врахування залежності обсягу прибутку від дня тижня. Тобто, інтенсивність відвідувань користувачів ІТ-сервісів є вищою з понеділка по середу, посередньою у четвер і п'ятницю, і відповідно низькою у вихідні дні (субота, неділя).

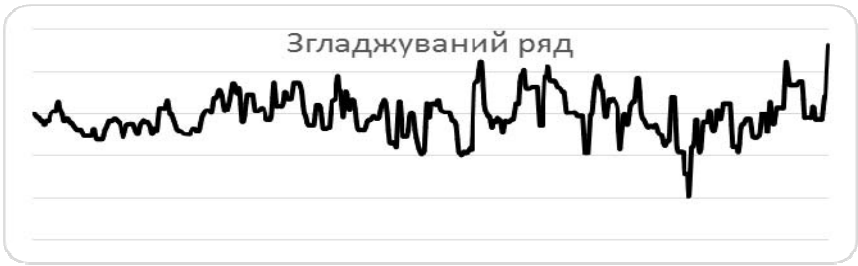


Рис. 6. Згладжування часового ряду обсягів чистого прибутку для ширини вікна в 7 значень

Джерело: розраховано авторами на основі [8]

Тому побудуємо модель залежності обсягу чистого прибутку підприємства від дня тижня. З цією метою знайдемо оцінки сезонної компоненти як різниці між фактичними даними ряду та центрованими ковзними середніми з табл. 3. Ці оцінки використаємо для розрахунку значень сезонної компоненти S . Для цього знаходимо середні за кожний день тижня (по всьому ряду) оцінки сезонної компоненти S_i ($i=1, 2, \dots, 7$). Передбачають, що в моделях із сезонною компонентою періодичні впливи мають взаємопогашення за період сезонності. В адитивних моделях це відображається тим, що сума значень сезонної компоненти за сімома днями тижня повинна дорівнювати нулю (табл. 4).

Таблиця 4

РОЗРАХУНОК СЕЗОННОЇ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ ЧАСОВОГО РЯДУ

День тижня	Кількість	сума	середнє	Скорегована сезонна компонента S_i
пн	87	178809,647	2055,283	-385,952
вт	87	215925,010	2481,897	40,661
ср	87	226144,479	2599,362	158,127
чт	87	226145,947	2599,379	158,143
пт	87	234536,183	2695,818	254,583
сб	87	219803,637	2526,479	85,243
нд	87	185347,372	2130,430	-310,806
разом	609		17088,65	
	Коригуючий коефіцієнт		2441,235	7

Джерело: розраховано авторами на основі [8]

Для даної моделі маємо:
 $2055,283+2481,897+2599,362+2599,379+2695,818+2526,479+21$
 $30,430=17088,65$.

Коригуючий коефіцієнт: $k=17088,65/7 = 2441,235$.

Розраховуємо скореговані значення сезонної компоненти S_i (рис. 7).



Рис. 7 Сезонна компонента
 (для перших 6 тижнів) за адитивною моделлю

Джерело: розраховано авторами на основі [8]

Розраховані значення заносимо в табл. 5.

Таблиця 5

**РОЗРАХУНОК СКОРЕГОВАНОГО ЗНАЧЕННЯ
 СЕЗОННОЇ КОМПОНЕНТИ ЧАСОВОГО РЯДУ**

День тижня	Чистий дохід, Y_t	Ковзна медіана	Центрована ковзна середня	Оцінка сезонної компоненти	Скорегована сезонна компонента, S_t	Аналітичне вирівнювання $Y_t - S_t$
пн	172	—	—	—	-385,952	557,952
вт	605	—	—	—	40,6614	564,3386
ср	687	—	—	—	158,1266	528,8734
чт	724	0,653118	0,653118	723,346882	158,1434	565,8566
пт	456	0,653118	-20,2269	476,226903	254,5829	201,4171
сб	334	-41,1069	-41,1069	375,106925	85,24332	248,7567
нд	380	-41,1069	-41,1069	421,106925	-310,806	690,8057
пн	426	-41,1069	-62,1405	488,140484	-385,952	811,952
вт	304	-83,174	-83,0692	387,069187	40,6614	263,3386
ср	720	-82,9643	-82,9643	802,964331	158,1266	561,8734
чт	936	-82,9643	-121,966	1057,96572	158,1434	777,8566
пт	322	-160,967	-121,966	443,965724	254,5829	67,41707
сб	404	-82,9643	-82,9643	486,964331	85,24332	318,7567
нд	273	-82,9643	-82,9643	355,964331	-310,806	583,8057
...

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

На п'ятому кроці виключимо вплив сезонної компоненти. Для цього для кожного спостереження відніmemo значення сезонної компоненти для кожного рівня вхідного часового ряду і отримаємо величини виду $T + E = Y - S_i$, які наведено в табл. 5. Ці значення розраховуються за кожен момент часу та містять тільки тенденцію та випадкову компоненти.

На останньому етапі, розрахуємо абсолютні похибки за аддитивною моделлю, які наведено в табл. 6.

Таблиця 6

АБСОЛЮТНІ ПОХИБКИ ЗА АДДИТИВНОЮ МОДЕЛЛЮ

t	Y	S_i	T	$T + S_i$	$E = y_t - (T + S_i)$
1	172	-385,952	439,847	53,895	118,105
2	605	40,661	443,703	484,364	120,636
3	687	158,127	447,571	605,698	81,302
4	724	158,143	451,453	609,596	114,404
5	456	254,583	455,347	709,930	-253,93
6	334	85,243	459,254	544,497	-210,497
7	380	-310,806	463,174	152,368	227,632
8	426	-385,952	467,107	81,155	344,845
9	304	40,661	471,053	511,714	-207,714
10	720	158,127	475,011	633,138	86,862
11	936	158,143	478,983	637,126	298,874
...

Джерело: розраховано авторами на основі [8]

Тоді з табл. 6 отримуємо залишки для вхідного часового ряду за аддитивною моделлю, які зображено на рис. 8.

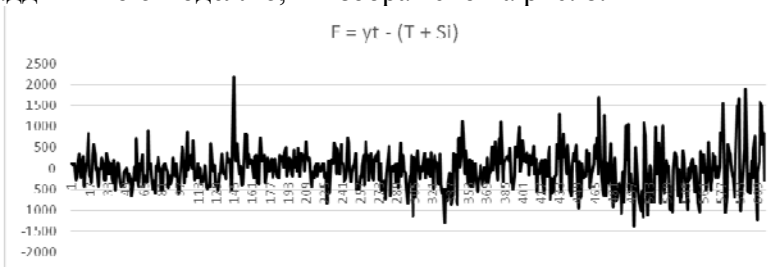


Рис. 8. Залишки для вхідного часового ряду за аддитивною моделлю

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

Перейдемо до декомпозиції часового ряду на основі мультиплікативної моделі (2). Як видно з рис. 6, у часовому ряду залишків, отриманих за аддитивною моделлю, відсутня тенденція (тренд) та сезонна складова, проте присутня велика амплітуда. Тому доцільно здійснити декомпозицію за мультиплікативною моделлю (2). Аналогічно попередньому методу на першому етапі виділимо тренд і здійснимо аналітичне вирівнювання ряду. Проведемо аналітичне вирівнювання за класичним методом експоненційного згладжування, результати якого подано на рис. 9.



Рис. 9. Згладжуваний часовий ряд за методом експоненційного згладжування (для $\bar{b}=0,45$)

Джерело: розраховано авторами на основі [8]

На наступному кроці визначимо сезонну компоненту за формулою, яку подано в табл. 7 та отримаємо ряд аналітичного вирівнювання виду, який зображено на рис. 10.

$$\frac{Y_t}{S_t} = T_t \times E_t . \quad (4)$$

Аналогічно до попередньої методики декомпозиції часового ряду за аддитивною моделлю та до формули (4) виконаємо аналітичне вирівнювання вхідного часового ряду, яке наведено в табл. 7.

АНАЛІТИЧНЕ ВИРІВНЮВАННЯ ВХІДНОГО ЧАСОВОГО РЯДУ

t	День тижня	Y	L для $b=0,45$	Індекс сезонності Y/L	Коефіцієнт сезонності S	Аналітичне вирівнювання Y/S
1	пн	172	172	1	0,938386	183,2935
2	вт	605	410,15	1,47507	1,071133	564,8227
3	ср	687	562,418	1,221512	1,04988	654,3605
4	чт	724	651,288	1,111644	1,032936	700,9147
5	пт	456	543,88	0,838421	1,011798	450,6827
6	сб	334	428,446	0,779562	1,001286	333,5711
7	нд	380	401,801	0,945743	0,894582	424,7795
8	пн	426	415,11	1,026233	0,938386	453,9712
9	вт	304	354	0,858758	1,071133	283,8117
10	ср	720	555,3	1,296597	1,04988	685,7927
11	чт	936	764,685	1,224034	1,032936	906,1549
...

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

У свою чергу, ряд аналітичного вирівнювання Y/S для мультиплікативної моделі наведено на рис. 10.

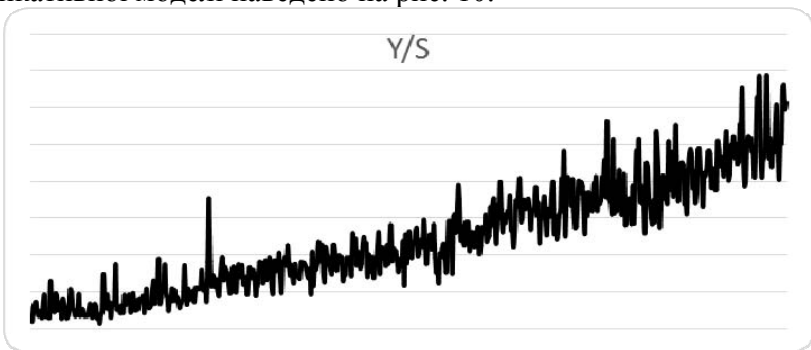


Рис. 10. Ряд аналітичного вирівнювання Y/S для мультиплікативної моделі

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

Далі визначемо тренд для фактичних значень часового ряду. Техніка визначення тренду є аналогічною до аддитивної моделі (1). Фактично функція для знаходження значень тренду (3) є тією ж самою і для мультиплікативної моделі.

Тоді для мультиплікативної моделі, отримаємо відносні та абсолютні залишки, які подано в табл.8.

Таблиця 8

t	Y	S_t	T	$T \times S_t$	Відносні залишки $E = Y_t / (T \times S_t)$	Абсолютні залишки $E = Y_t - (T \times S_t)$
1	172	0,938	432,546	405,895	0,424	-233,895
2	605	1,071	436,425	467,469	1,294	137,531
3	687	1,050	440,317	462,280	1,486	224,720
4	724	1,033	444,222	458,853	1,578	265,148
5	456	1,012	448,139	453,426	1,006	2,574
6	334	1,001	452,069	452,651	0,738	-118,651
7	380	0,895	456,012	407,940	0,932	-27,940
8	426	0,938	459,968	431,628	0,987	-5,627
9	304	1,071	463,937	496,938	0,612	-192,938
10	720	1,050	467,918	491,258	1,466	228,742
11	936	1,033	471,912	487,455	1,920	448,545
...

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

На рис. 11 подано залишки отримані на основі декомпозиції часового ряду за мультиплікативною моделлю (1).

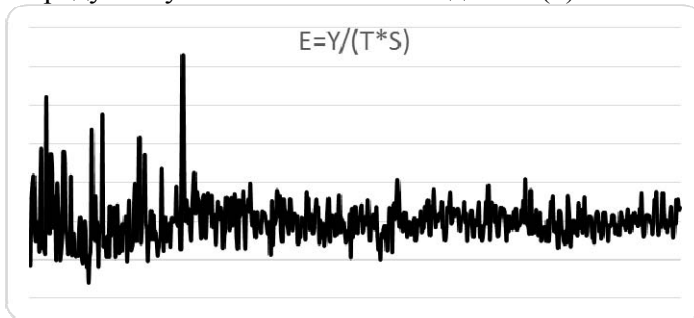


Рис. 11. Залишки для мультиплікативної моделі

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

Як видно з рис. 11, часовий ряд залишків за мультиплікативною моделлю мають тенденцію до затухання амплітуд.

З метою оцінки якості побудованих моделей (1) і (2) проведемо подальший аналіз моделей і залишків на основі:

1) визначення коефіцієнту детермінації $R^2 = 1 - \frac{\sum E^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2}$;

2) визначення математичного сподівання залишків;

3) перевірка на наявність автокореляції за критерієм Дарбіна-Уотсона;

4) $DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$;

5) визначення значення коефіцієнтів автокореляції та коефіцієнтів часткової автокореляції.

Складемо таблицю (яка подана в табл. 9) порівнянь моделей (1) і (2) за зазначеними показниками.

Таблиця 9

ТАБЛИЦЯ ПОРІВНЯНЬ МОДЕЛЕЙ (1) І (2)

Показники		Модель		Примітка
назва	позначення	адитивна	мультиплікативна	
коефіцієнт детермінації	R^2	0,9034	0,8958	модель краща якщо $R^2 \rightarrow 1$
сума квадратів залишків	E^2	133034453,07	143509331,7	чим менша, тим краща
математичне сподівання залишків	$M(E)$	0,00	0,9996	Модель якісна, якщо $M \approx 0$ для адитивної та $M \approx 1$ для мультиплікативної
критерій Дарбіна-Уотсона	DW	1,5062	1,4958	

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

З результатів табл. 9 очевидно, що обидві моделі є рівноцінними, а отже в практиці досліджень часового ряду може використовуватись будь-яка з них. Аддитивна модель пояснює 90,34 % загальної варіації рівнів часового ряду, а мультиплікативна 89,58 % загальної варіації рівнів часового ряду.

Далі, перейдемо до дослідження коефіцієнтів автокореляції для знайдених моделей (1) і (2). Значення коефіцієнтів автокореляції для 10 часових лагів наведено в табл. 10.

Таблиця 10

КОЕФІЦІЄНТИ АВТОКОРЕЛЯЦІЇ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ (1) І (2)

лаг	АКФ аддит	АКФ мультип	лаг	АКФ аддит	АКФ мультип
1	0,2384	0,2004	11	-0,0469	0,0537
2	0,0619	0,0189	12	-0,0187	-0,0179
3	-0,0339	0,0031	13	0,0415	0,0020
4	-0,0611	-0,0047	14	0,0992	0,0525
5	0,0614	0,1206	15	0,0718	0,0288
6	0,0875	0,1111	16	0,0583	0,0364
7	0,1577	0,1355	17	-0,1048	-0,0582
8	0,1111	0,0284	18	-0,1182	-0,1085
9	0,0238	0,0385	19	-0,0237	-0,0049
10	-0,0565	0,1415	20	0,0785	0,1210

Джерело: розраховано авторами на основі [8]

Візуалізацію автокореляційної функції залишків для адитивної та мультиплікативної моделі наведено на рис. 12. З рис. 12 видно, що автокореляція присутня для залишків часового ряду як за адитивною, так і за мультиплікативною моделями, а отже можна зробити висновок, що залишки є нестационарними і для побудови прогнозу для даного часового ряду доцільно використовувати математичні моделі, які враховують нестационарність залишків. До таких моделей відносяться авторегресійні моделі класу $AR(q)$, де q — порядок моделі.

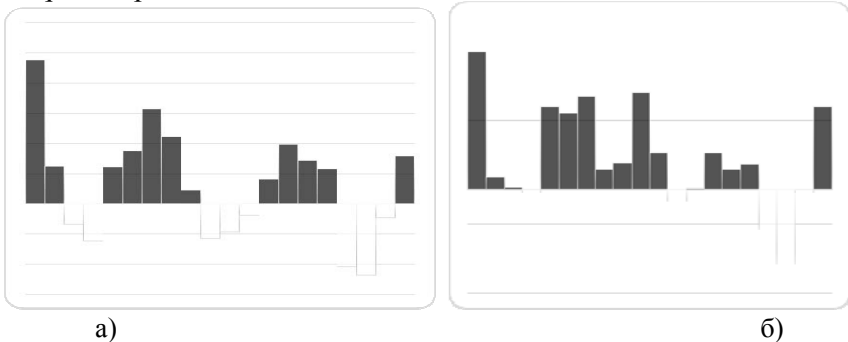


Рис. 12 Автокореляційна функція залишків адитивної (а) та мультиплікативної (б) моделі

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

Перейдемо до побудови прогнозу за отриманими моделями. Так, прогноз за адитивною, мультиплікативною декомпозиціями та авторегресійною моделлю першого порядку AR(1) наведено на рис. 13—15.

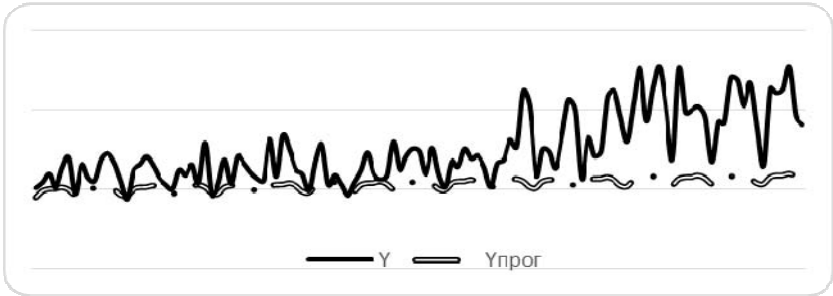


Рис. 13. Прогноз за адитивною декомпозицією

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

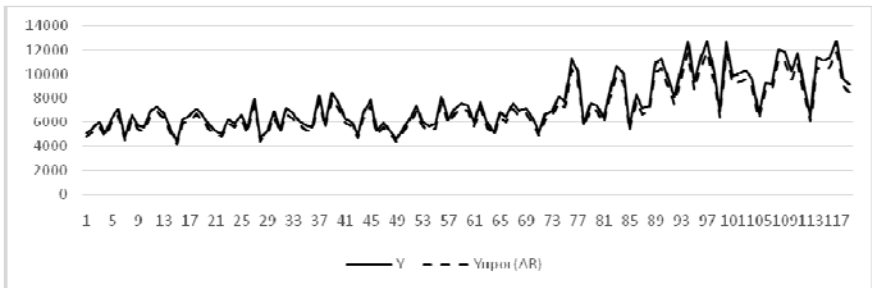


Рис.14. Прогноз за мультиплікативною декомпозицією

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

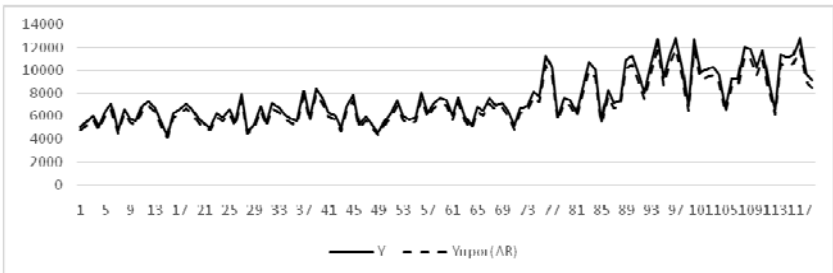


Рис. 15. Прогноз на основі AR-моделі

Джерело: розраховано авторами на основі [8].

Як видно з рис. 13—15, найточнішим є прогноз на основі авторегресійної моделі першого порядку $AR(1)$. А отже, для прогнозування чистого прибутку малого інноваційного підприємства бафер доцільно застосовувати авторегресійні моделі $AR(q)$.

Висновки.

Ретельний і всебічний аналіз при обранні методу прогнозування повинен забезпечити спрощення процедури прийняття рішень керівниками малих інноваційних підприємств. Як показують результати розрахунків, метод прогнозування не обов'язково повинен мати складний математичний процес або бути новітнім складним методом. Обраний метод повинен давати точний, своєчасний і зрозумілий власнику МП або інвесторам прогноз, який допоміг би при обранні найкращого рішення. Крім того, результати прогнозування повинні приносити прибуток, який міг би покрити витрати на його виконання.

Література

1. Топ-10 українських стартапов. Електронне джерело: <https://business-journal.com.ua/biznes/item/269-startap-bum>
2. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / Пер. с англ. Демиденко Е.З. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 133 с.
3. Бокс Дж. Дженкинс Г. Анализ временных рядов: Прогноз и управление. — М.: Мир, 1974. — 406 с.
4. Guerard J. Introduction to Financial Forecasting in Investment Analysis / J. Guerard. — Hardcover, 2013. — 236 p.
5. Engle R. Autoregressive condition alheteroscedasticity with estimate soft hevariance of United Kingdom / R. Engle // *Econometrica*. — 1982. — Vol. 50, Issue 4. — P. 987–1007.
6. Cheng H. Multistep-ahead time series prediction / H. Chen et al. // *Lecture Notes in Computer Science*. — 2006. — Vol. 3918. — P. 765–774.
7. Кричевский М.Л. Временные ряды в менеджменте. Часть 1: монография / М.Л. Кричевский. — М.: РУСАЙНС, 2016. — 220 с.
8. Офіційний сайт стартап у Баффер. — [Електронне джерело]. — Режим доступу: <https://buffer.baremetrics.com/stats/net-revenue>

References

1. Top 10 Ukrainian startups. Electronic source: <https://business-journal.com.ua/biznes/item/269-startap-bum>
2. Lewis K.D. Methods of forecasting economic indicators / Per. from english Demidenko E.Z. — Moscow: Finance and Statistics, 1986. — 133 p.

3. Box J. Jenkins G. Analysis of time series: Forecast and management. — M.: Mir, 1974. — 406 p.
4. Guerard J. Introduction to Financial Forecasting Investment Analysis / J. Guerard. — Hardcover, 2013. — 236 p.
5. Engle R. Autoregressive condition alheteroscedasticity with estimated soft heavierance of United Kingdom / R. Engle // *Econometrica*. — 1982. — Vol. 50, Issue 4. — P. 987–1007.
6. Cheng H. Multistep-ahead time series prediction / H. Chengetal // *Lecture Notes in Computer Science*. — 2006. — Vol. 3918. — P. 765–774.
7. Krichevsky M.L. Time series in management. Part 1: monograph / M.L. Krichevsky. — M.: RUSAINS, 2016. — 220 p.
8. The official startup site at Buffer. [Electronic source]. — Access mode: <https://buffer.baremetrics.com/stats/net-revenue>

Дем'яненко В. В., к.е.н., доцент кафедри інформаційного менеджменту, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана»

Потапенко С. Д., к.е.н., доцент кафедри інформаційного менеджменту, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана»

Кедровський Г. О., аспірант кафедри інформаційного менеджменту, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана»

V. V. Demyanenko, candidate of economic sciences, associate professor of information management department, SHEI KNEU named after V. Hetman

S. D. Potapenko, candidate of economic sciences, associate professor of information management department, SHEI KNEU named after V. Hetman

G. A. Kedrovskiy, postgraduate student of information management department, SHEI KNEU named after V. Hetman

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ SWOT-АНАЛІЗУ

THE MODEL OF OPTIMAL CHOICE OF MEASURES ON IMPROVEMENT OF ACTIVITY OF THE ENTERPRISE FOR THE RESULTS OF THE SWOT ANALYSIS

АНОТАЦІЯ. У статті розроблено економіко-математичну модель формування оптимального набору заходів, що направлені на підтримку сильних сторін, поліпшення слабких сторін, реалізацію можливостей і нівелювання загроз у діяльності організації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. SWOT-аналіз, алгоритм визначення коефіцієнтів відносної важливості об'єктів, матриця парних порівнянь, економічний ефект, ресурсні обмеження.

АННОТАЦИЯ. В статье разработана экономико-математическая модель формирования оптимального набора мероприятий, направленных на поддержку сильных сторон, улучшение слабых сторон, реализацию возможностей и нивелирования угроз в деятельности организации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. SWOT-анализ, алгоритм определения коэффициентов относительной важности объектов, матрица парных сравнений, экономический эффект, ресурсные ограничения.

ABSTRACT. The article develops an economic and mathematical model of forming the optimal set of actions to support strengths, improve weaknesses, opportunities and mitigate threats in the organization's activities.

KEYWORDS. The SWOT analysis, algorithm for determining the coefficients of relative importance of objects, the matrix of pairwise comparisons, economic benefits, resource constraints.

Вступ. Одним з актуальних методів планування діяльності організацій, що запропонований Кенеттом Ендрюсом та іншими провідними вченими, є метод, який отримав назву SWOT-аналіз

[3]. Назва методу є аббревіатурою від слів Strengths (сильні сторони), Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості), Threats (загрози). Сутність даного методу полягає у формуванні своєрідної вербальної матриці, яка є засобом структурування та формалізації знань про поточний стан об'єкту. SWOT-аналіз є підготовчим етапом до планування розвитку підприємства [1].

Існує кілька підходів до проведення SWOT-аналізу.

Одним з підходів є визначення сильних і слабких сторін, можливостей організації та загроз у її діяльності. Результати такого SWOT-аналізу заносяться у таблицю, подану на рис. 1, яка дає змогу визначити перелік факторів впливу на діяльність організації з метою їх подальшої систематизації.

	<i>Сильні сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
<i>Можливості</i>	<i>Сильні можливості</i>	<i>Слабкі можливості</i>
<i>Загрози</i>	<i>Сильні загрози</i>	<i>Слабкі загрози</i>

Рис. 1. Матриця SWOT-аналізу визначення впливу можливостей і загроз на сильні і слабкі якості організації

Інший підхід визначає сильні і слабкі якості, а також можливості і загрози з огляду на їх позитивний і негативний вплив, враховуючи внутрішню та зовнішню природу їх походження. Результати такого SWOT-аналізу заносяться у таблицю, подану на рис. 2, яка у подальшому дає змогу сформулювати варіанти дій, направлених на розвиток підприємства.

Зазвичай, як в першу, так і в другу таблиці експерти записують назви тих характеристик, які, на їх думку, відповідають перетину відповідних стовпців і рядків.

Зрозуміло, що у результаті SWOT-аналізу необхідно оцінити фактори, що впливають на діяльність організації [2], а також потрібно розробити перелік заходів, що направлені на підтримку сильних сторін, заходів, що направлені на поліпшення слабких сторін, реалізацію можливостей і нівелювання загроз.

	Позитивний вплив	Негативний вплив
Внутрішнє походження	Сильні сторони	Слабкі сторони
Зовнішнє походження	Можливості	Загрози

Рис. 2. Матриця SWOT-аналізу визначення факторів позитивного та негативного впливу, що мають внутрішнє та зовнішнє походження та впливають на діяльність організації

Основний матеріал. На нашу думку, процедура математичної обробки результату SWOT-аналізу по кожній із зазначених груп може бути уніфікована. Після формування стратегічних завдань (заходів) постає задача визначення ступеня впливу кожного заходу на кінцевий результат. У даному випадку визначення експертами впливу конкретного заходу (так зване безпосереднє оцінювання) є надто складною задачею. Експерту дуже важко (а часто взагалі неможливо) об'єктивно оцінити даний показник. Значно легше зробити оцінку впливу на результат усіх заходів на основі парних порівнянь. Нехай кожний з m експертів робить оцінку впливу на результат всіх пар об'єктів, даючи таку числову оцінку:

$$r_{ij}^{ah} = \begin{cases} 1, & \text{якщо захід } Q_i^a \text{ має більше значення, ніж } Q_j^a; \\ 0.5, & \text{якщо } Q_i^a \text{ і захід } Q_j^a \text{ рівноплavnі}; \\ 0, & \text{якщо захід } Q_i^a \text{ має менше значення, ніж } Q_j^a, \end{cases}$$

де $h = 1, 2, \dots, m$ – номер експерта, $i = 1, 2, \dots, n_a$ і $j = 1, 2, \dots, n_a$ – номери заходів, що направлені на підтримку сильної сторони a . За результатами експертизи маємо m таблиць (матриць) такого вигляду:

R_h	O_1^a	...	O_j^a		...	$O_{n_a}^a$
O_1^a	r_{11}^{ah}	...	r_{1j}^{ah}		...	$r_{1n_a}^{ah}$
...
O_i^a	r_{i1}^{ah}	...	r_{ij}^{ah}		...	$r_{in_a}^{ah}$
...
$O_{n_a}^a$	$r_{n_a1}^{ah}$	...	$r_{n_a j}^{ah}$		...	$r_{n_a n_a}^{ah}$

Наступним кроком обчислювальної процедури є побудова матриці математичних очікувань оцінок усіх пар об'єктів.

R	O_1^a	...	O_j^a	...	$O_{n_a}^a$
O_1^a	$x_{11}^a = M[r_{11}^a]$	...	$x_{1j}^a = M[r_{1j}^a]$	...	$x_{1n_a}^a = M[r_{1n_a}^a]$
...
O_i^a	$x_{i1}^a = M[r_{i1}^a]$	...	$x_{ij}^a = M[r_{ij}^a]$	...	$x_{in_a}^a = M[r_{in_a}^a]$
...
$O_{n_a}^a$	$x_{n_a1}^a = M[r_{n_a1}^a]$	...	$x_{n_a j}^a = M[r_{n_a j}^a]$	...	$x_{n_a n_a}^a = M[r_{n_a n_a}^a]$

Якщо при оцінці пари O_{ij}^a із загальної кількості експертів m висловилися за перевагу O_i^a , m_j експертів висловилися за перевагу O_j^a , а кількість m_p експертів вважають ці об'єкти рівноправними, то оцінка математичного сподівання дискретної випадкової величини буде дорівнювати:

$$x_{ij}^a = M[r_{ij}^a] = 1 \times \frac{m_i}{m} + 0.5 \times \frac{m_p}{m} + 0 \times \frac{m_j}{m}.$$

Враховуючи, що $m_p = m - m_i - m_j$ то

$$x_{ij}^a = M[r_{ij}^a] = \frac{m_i}{m} + 0.5 \times \frac{m - m_i - m_j}{m} = 0.5 + \frac{m_i - m_j}{2m}.$$

Очевидно, що $x_{ij} + x_{ji} = 1$. Сукупність величин x_{ij} утворюють матрицю $X = \|x_{ij}\|$ розмірності $n_a \times n_a$. На основі даної матриці будують ранжировку всіх об'єктів і визначають коефіцієнти відносної важливості об'єктів, тобто вектор $k^a = [k_1^a, k_2^a, \dots, k_{n_a}^a]$.

Одним із варіантів визначення значень елементів вектора k є такий ітераційний алгоритм [4]:

а) $t = 0$ (t – індекс ітерації), $k^0 = \underbrace{[1, 1, \dots, 1]}_{n_a}$;

б) рекурентні співвідношення

$$k^t = \frac{1}{\lambda^t} \times X \times k^{t-1}, \quad \lambda^t = \underbrace{[1, 1, \dots, 1]}_{n_a} \times X \times k^{t-1}, \quad t \in 1, 2, \dots,$$

де X – матриця математичних очікувань оцінок пар об'єктів;

k^t – вектор коефіцієнтів відносної важливості на t -ій ітерації;

$$\sum_{i=1}^{n_a} k_i^t = 1 \text{ – умова нормування;}$$

в) ознакою зупинки алгоритму є $\max_{i=1, n_a} |k_i^t - k_i^{t-1}| < E$, де E – точність обчислень.

Подібні розрахунки проводять для кожної сильної сторони $a = \overline{1, A}$.

У результаті реалізації алгоритму отримаємо A векторів $k^a = [k_1^a, k_2^a, \dots, k_{n_a}^a]$, $a = \overline{1, A}$.

Так як процедура отримання коефіцієнтів відносної важливості заходів є уніфікованою, то подібні розрахунки необхідно провести також по заходам, що направлені на поліпшення слабких сторін, реалізацію можливостей і нівелювання загроз. Тобто після реалізації запропонованої процедури отримаємо: A векторів $k^a = [k_1^a, k_2^a, \dots, k_{n_a}^a]$, $a = \overline{1, A}$, де a – індекс сильної сторони; B векторів $k^b = [k_1^b, k_2^b, \dots, k_{n_b}^b]$, $b = \overline{1, B}$, де b – індекс слабкої сторони, C векторів $k^c = [k_1^c, k_2^c, \dots, k_{n_c}^c]$, $c = \overline{1, C}$, де c – індекс можливості, D векторів $k^d = [k_1^d, k_2^d, \dots, k_{n_d}^d]$, $d = \overline{1, D}$, де d – індекс загрози.

Як правило, реалізація всіх заходів, що були визначені у результаті SWOT-аналізу, практично неможлива в наслідок обмеженості ресурсів. Враховуючи багатоваріантність вирішення даної проблеми для формування оптимального набору заходів, що підлягають реалізації у період, що розглядається, пропонується застосування наступної економіко-математичної моделі з цільовою функцією:

$$F = \sum_{a=1}^A \sum_{s=1}^{n_a} K1_s^a Q1_s^a X1_s^a + \sum_{b=1}^B \sum_{u=1}^{n_u} K2_u^b Q2_u^b X2_u^b + \sum_{c=1}^C \sum_{f=1}^{n_f} K3_f^c Q3_f^c X3_f^c + \sum_{d=1}^D \sum_{p=1}^{n_p} K4_p^d Q4_p^d X4_p^d \rightarrow \max, \quad (1)$$

та обмеженнями:

$$\sum_{a=1}^A \sum_{s=1}^{n_a} Z1_s^a X1_s^a \leq R1, \quad (2)$$

$$\sum_{b=1}^B \sum_{u=1}^{n_u} Z2_u^b X2_u^b \leq R2, \quad (3)$$

$$\sum_{c=1}^C \sum_{f=1}^{n_f} Z3_f^c X3_f^c \leq R3, \quad (4)$$

$$\sum_{d=1}^D \sum_{p=1}^{n_p} Z4_p^d X4_p^d \leq R4, \quad (5)$$

$$X1_s^a = \begin{cases} 1, & \text{якщо } s - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{підтримки } a - \text{тої сильної сторони;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (6)$$

$s = \overline{1, n_s}, a = \overline{1, A};$

$$X2_u^b = \begin{cases} 1, & \text{якщо } u - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{покращення } b - \text{тої слабкої сторони;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (7)$$

$u = \overline{1, n_u}, b = \overline{1, B};$

$$X3_f^c = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{реалізації } c - \text{тої можливості;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (8)$$

$f = \overline{1, n_f}, c = \overline{1, C};$

$$X4_p^d = \begin{cases} 1, & \text{якщо } p - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{невілювання } d - \text{тої загрози;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (9)$$

$p = \overline{1, n_p}, d = \overline{1, D};$

де $K1_s^a$ – коефіцієнт відносної важливості s -того заходу, що пропонується для підтримки a -тої сильної сторони, $s = \overline{1, n_s}, a = \overline{1, A}$,

$K2_u^b$ – коефіцієнт відносної важливості u -того заходу, що пропонується для покращення b -тої слабкої сторони, $u = \overline{1, n_u}, b = \overline{1, B}$,

$K3_f^c$ – коефіцієнт відносної важливості f -того заходу, що пропонується для реалізації c -тої можливості, $f = \overline{1, n_f}, c = \overline{1, C}$,

$K4_p^d$ – коефіцієнт відносної важливості p -того заходу, що пропонується для нівелювання d -тої загрози, $p = \overline{1, n_p}$, $d = \overline{1, D}$,

$Q1_s^a$ – економічний ефект від впровадження s -того заходу, що пропонується для підтримки a -тої сильної сторони, $s = \overline{1, n_s}$, $a = \overline{1, A}$,

$Q2_u^b$ – економічний ефект від впровадження u -того заходу, що пропонується для покращення b -тої слабкої сторони, $u = \overline{1, n_u}$, $b = \overline{1, B}$,

$Q3_f^c$ – економічний ефект від впровадження f -того заходу, що пропонується для реалізації c -тої можливості, $f = \overline{1, n_f}$, $c = \overline{1, C}$,

$Q4_p^d$ – економічний ефект від впровадження p -того заходу, що пропонується для нівелювання d -тої загрози, $p = \overline{1, n_p}$, $d = \overline{1, D}$,

$Z1_s^a$ – затрати, що необхідні для реалізації s -того заходу, що пропонується для підтримки a -тої сильної сторони, $s = \overline{1, n_s}$, $a = \overline{1, A}$,

$Z2_u^b$ – затрати, що необхідні для реалізації u -того заходу, що пропонується для покращення b -тої слабкої сторони, $u = \overline{1, n_u}$, $b = \overline{1, B}$,

$Z3_f^c$ – затрати, що необхідні для реалізації f -того заходу, що пропонується для реалізації c -тої можливості, $f = \overline{1, n_f}$, $c = \overline{1, C}$,

$Z4_p^d$ – затрати, що необхідні для реалізації p -того заходу, що пропонується для нівелювання d -тої загрози, $p = \overline{1, n_p}$, $d = \overline{1, D}$,

$R1$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на підтримку сильних сторін,

$R2$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на покращення слабких сторін,

$R3$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на реалізацію можливостей,

$R4$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на нівелювання загроз,

n_a – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для підтримки a -тої сильної сторони, $a = \overline{1, A}$,

n_b – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для покращення b -тої слабкої сторони, $b = \overline{1, B}$,

n_c – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для реалізації c -тої можливості, $c = \overline{1, C}$,

n_d – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для нівелювання d -тої загрози, $d = \overline{1, D}$.

Цільова функція даної моделі характеризує максимальний економічний ефект від впровадження заходів, що були визначені в результаті SWOT-аналізу.

Сутність обмеження (2) полягає в тому, що витрати, які направлені на підтримку сильних сторін, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Сутність обмеження (3) полягає в тому, що витрати, які направлені на поліпшення слабких сторін, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Сутність обмеження (4) полягає в тому, що витрати, які направлені на реалізацію можливостей, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Сутність обмеження (5) полягає в тому, що витрати, які направлені на нівелювання загроз, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Дана задача належить до класу задач цілочисельного програмування. Враховуючи вид цільової функції та обмеження, її можна розв'язати із застосуванням одного з алгоритмів Гоморі.

Висновки.

Розроблена в даній роботі модель може розглядатись як базовий інструмент для розбудови оцінювання результатів SWOT-аналізу. В дану модель можуть бути залучені додаткові ресурсні обмеження, що враховують специфіку конкретної предметної області. Питанням, що стосуються визначення економічного ефекту конкретного заходу, необхідно приділити особливу увагу, що, як правило, потребує проведення додаткових досліджень у вигляді розв'язку окремої задачі.

Література

1. SWOT-аналіз – основа формування маркетингових стратегій: Навч. посібник / За ред. Л. В. Балабанової. – 2-ге вид., випр. і доп. – К. : Знання, 2005. – 301 с.

2. Потапенко С. Д. Експертне оцінювання результатів SWOT-аналізу / С. Д. Потапенко // Монографія «Моделювання складних систем». – Черкаси, 2015. – С. 305–317.

3. *Learned E. P. Business policy: Text and Cases* / [E. P. Learned, C. R. Christensen, K. R. Andrews, W. D. Guth]. — Homewood : Richard D. Irwin, Inc., Illinois, 1969. — 1046 p.

4. Айзерман М.А. Выбор вариантов: основы теории / М.А. Айзерман, Ф.Т. Алескеров. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — 240 с.

References

1. Balabanova, L. V. (2005) *SWOT-analiz – osnova formuvannia marketynhovykh stratehii [SWOT analysis is the basis of forming marketing strategies]*. Kyiv : Znannia [in Ukraine].

2. Potapenko, S. D. (2015) *Ekspertne otsiniuvannia rezultativ SWOT-analizu [Expert evaluation of the results of the SWOT analysis]*. Cherkasy [in Ukraine].

3. Learned, E. P., Christensen, C. R., Andrews, K. R., Guth, W. D., *Business policy: Text and Cases*. Homewood : Richard D. Irwin, Inc., Illinois [in English].

4. Aizerman, M.A. *Vibor varyantov: osnovi teoryy [Choice of options: basic theory]*. Moskva : Nauka [in Russian].

Степаненко О. П. (Stepanenko O.P.), д.е.н., професор
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ В КОНТЕКСТІ РОЗБУДОВИ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DIGITAL TRANSFORMATIONS IN THE CONTEXT OF DIGITAL ECONOMY DEVELOPMENT

АНОТАЦІЯ. Статтю присвячено питанням дослідженню процесів цифрової трансформації для підтримки розвитку цифрової економіки, в тому числі питань формування цифрових активів економіки та нормативного регулювання процесів цифрової трансформації, розвитку цифрової інформаційно-комунікаційної інфраструктури цифрової економіки, забезпечення інформаційної безпеки в транскордонному просторі цифрової економіки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: цифрова економіка, цифрова трансформація, цифралізація, інфраструктура інформації та зв'язку, інформаційна безпека.

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена вопросам исследования процессов цифровой трансформации для поддержки развития цифровой экономики, в том числе вопросам формирования цифровых активов экономики и нормативного регулирования процессов цифровой трансформации, развития цифровой информационно-коммуникационной инфраструктуры цифровой экономики, обеспечения информационной безопасности в трансграничном пространстве цифровой экономики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровизация, информационно-коммуникационная инфраструктура, информационная безопасность.

ABSTRACT. The article is devoted to the research of digital transformation processes to support the development of the digital economy, including the formation of economics digital assets and the regulatory regulation of the digital transformation processes, the development of the digital information and communication infrastructure of the digital economy, and the provision of information security in the cross-border space of the digital economy.

KEY WORDS: digital economy, digital transformation, digitalization, information and communication infrastructure, information security.

Вступ. Аналіз тенденцій розвитку світової економіки в останні роки свідчить, що цифрові технології є базовою компонентою розвитку цифрової економіки, оскільки вони враховують особливості сучасних економічних процесів і здатні забезпечити їхню ефективність [1–3].

Цифрову економіку можна визначити як економіку, засновану на нових методах генерування, оброблення, зберігання, передачі даних і цифрових комп'ютерних технологіях, а також включає

такі поняття, як Інтернет речей, Індустрія 4.0, розумне підприємство, мережі зв'язку п'ятого покоління, інжинірингові послуги прототипування та ін.

В умовах становлення цифрової економіки цифрова трансформація всіх галузей економіки та соціальної сфери є рушійною силою економічного зростання, підвищення конкурентоспроможності підприємств і організацій, поліпшення якості життя людей, сталого розвитку глобального світового співтовариства в цілому. Як стверджують провідні економісти, роль цифрових технологій в умовах становлення і розвитку сучасної економіки буде рости і надалі [4, 5], що зумовлює актуальність і необхідність дослідження процесів цифрової трансформації в глобальному економічному просторі.

У зв'язку з прискореними темпами якісних змін, які спостерігаються в світовій соціально-економічній системі, підвищується роль процесів цифрової трансформації, які стають по-справжньому глобальними. Для забезпечення ефективності діяльності таких процесів, підвищення їхньої результативності та забезпечення цифралізації економіки, необхідно використовувати такі цифрові технології, які дозволять обробляти великі обсяги інформації і забезпечать високий рівень її захисту. При цьому цифрова трансформація передбачає створення нових типів інновацій і творчості в різних галузях економіки, а не просто поліпшення і підтримку традиційних методів і технологій. Це дозволить отримати глобальний синергетичний ефект і зберегти при цьому здатність економічних суб'єктів ефективно реагувати на будь-які зовнішні впливи як на національному, так і на глобальному рівнях.

Мета статті. Основною метою роботи є дослідження процесів цифрової трансформації в глобальному середовищі для підтримки розвитку цифрової економіки.

Досягнення зазначеної мети зумовило необхідність постановки та вирішення таких завдань:

- нормативне регулювання процесів цифрової трансформації та формування цифрових активів економіки;
- розвиток цифрового інформаційно-комунікаційної інфраструктури цифрової економіки;
- забезпечення інформаційної безпеки в транскордонному просторі цифрової економіки.

Виклад основного матеріалу. Цифрова економіка є результатом трансформаційних ефектів нових технологій загального призначення в області інформації і телекомунікацій [4, 5]. Це вплинуло на всі сфери соціально-економічної діяльності, зокрема сфери ви-

робництва, транспорту, торгівлі, фінансів, державного управління, освіти, охорони здоров'я тощо, що зумовило якісні перетворення далеко за межами галузі інформаційно-комунікаційних технологій.

Цифрова економіка містить три основні складові, які зумовлюють та охоплюють основні процеси цифрової трансформації (рис. 1).

Оскільки результативність розвитку ринків і економічних галузей у цифровій економіці залежить від наявності розвинених ІКТ-технологій і платформ, а також від рівня забезпечення інституційного та інфраструктурного середовищ, процеси цифрової трансформації мають бути спрямовані на розвиток основних елементів цифрової економіки, а саме: нормативного регулювання, інформаційної інфраструктури, інформаційної безпеки, науково-освітньої сфери та інших.

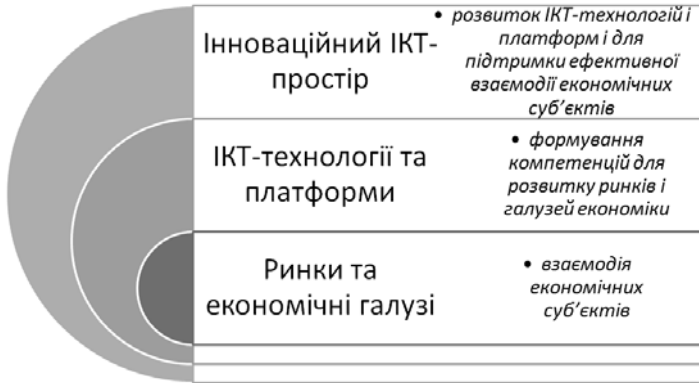


Рис. 1. Структурні елементи цифрової економіки та їхні взаємозв'язки

Розглянемо детальніше основні задачі цифрової трансформації в глобальному соціально-економічному середовищі.

1. Нормативне регулювання процесів цифрової трансформації та формування цифрових активів економіки.

Нормативне регулювання процесів цифрової трансформації передбачає формування нового регуляторного середовища, що забезпечує сприятливі умови для появи та розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, а також для економічної діяльності, що пов'язана з їх використанням (рис. 2).

Зазначимо, що в умовах розбудови цифрової економіки підвищується роль фінансових компаній і банків, які стають посправжньому глобальними та забезпечують формування цифро-

вих активів економіки. Світова практика підтверджує той факт, що банківський сектор є основним драйвером розроблення та імплементації глобальних цифрових трансформацій та інформаційної безпеки [6]. Об'єднання зусиль з цифрової трансформації банківської системи з технологічними можливостями підприємницької сфери й держави сприятиме просуванню, становленню та розвитку цифрової економіки.

Нормативне регулювання процесів цифрової трансформації та формування цифрових активів економіки					
	ЗНЯТТЯ		ВЖИТТЯ		
створення постійно діючого механізму управління змінами та знаннями в області регулювання цифрової економіки;	ключових правових обмежень і створення окремих правових інститутів, спрямованих на вирішення першочергових завдань формування цифрової економіки;	формування комплексного законодавчого регулювання відносин, що виникають у зв'язку з розвитком цифрової економіки;	вжиття заходів, спрямованих на стимулювання економічної діяльності, пов'язаної з використанням сучасних ІТ-технологій, збором і використанням даних;	створення методичної основи для розвитку знань в області регулювання цифрової економіки та формування цифрових активів;	формування цифрових активів глобальної економіки, розвиток між-регіональних банківської ІКТ-інфраструктур, монетизація даних.

Рис. 2. Задачі нормативного регулювання процесів цифрової трансформації та формування цифрових активів економіки

Сьогодні в банківській сфері цифрові активи формуються за рахунок створення та розвитку міжрегіональних банківських інформаційно-комунікаційних інфраструктур, включаючи забезпечення вільного неконкурентного доступу до банківських операцій і відкритої банківської інформації, цифрових інформаційних моделей активів, а також доступ до мереж зв'язку та сервісних мереж промислового Інтернету, інфраструктури зберігання й оброблення банківських даних, перспективним платіжним інструментам. Це забезпечить сприятливі умови для розвитку як банківського, так і нових видів бізнесу, заснованого на монетизації наданих даних.

У перспективі необхідно розробити політику цифрового розвитку національної банківської системи в контексті цифрового розвитку світової спільноти, що спирається на наскрізні банківські процеси, стандарти банківського та комунікаційного облад-

нання, програмного забезпечення, послуг, тарифів, доступу до банківських даних і сервісів, безпеки банківської інформації.

Разом з цим для досягнення поставлених цілей необхідно виконати такі завдання:

- розвиток єдиного цифрового простору банківського сектора;
- інтеграція єдиного цифрового простору банківського сектора з інформаційними системами бізнес-організацій, органів державного управління;
- використання банками централізованої архітектури автоматизованих банківських систем;
- створення умов для використання банками аутсорсингу в сфері інформаційних технологій;
- широке впровадження клієнторієнтованих технологій і рішень, таких як контакт-центри та системи підтримки взаємовідносин з клієнтами;
- впровадження сучасних технологій управління банківськими ризиками;
- використання методів інтелектуального аналізу даних для оброблення великих масивів інформації та підтримки прийняття управлінських рішень;
- забезпечення розширення лінійки банківських продуктів з віддаленого банківського обслуговування;
- впровадження ефективних методів і прогресивних технологій міжбанківської взаємодії в єдиному цифровому просторі банківського сектора.

Відзначимо, що в контексті становлення та розвитку цифрової економіки з метою спільного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, цифрової трансформації економічних процесів, підвищення кібербезпеки, процеси формування та розвитку цифрових активів буде сприяти швидкій цифралізації динамічного транскордонного середовища сучасного бізнесу.

2. Розвиток цифрової інформаційно-комунікаційної інфраструктури цифрової економіки.

Інформаційно-комунікаційна інфраструктура (ІКТ-інфраструктура) являє собою систему взаємопов'язаних інформаційних центрів, центрів управління цифровими технологіями, баз даних і знань, технологій забезпечення процесів збирання, передавання, аналізу, оброблення та зберігання інформації, апаратно-програмних засобів, систем зв'язку, організаційних структур, яка забезпечує функціонування та розвиток інформаційного простору цифрової економіки, а також підтримує інформаційну взаємодію між об'єктами соціально-економічного середовища.

Створення і розвиток цифрової ІКТ-інфраструктури економічної системи повинно забезпечити високу результативність при взаємодії різного роду стейкхолдерів (бізнес-організацій, органів державного управління, банків, окремих фізичних осіб тощо). Для цього видається доцільним реалізувати в ІКТ-інфраструктурі цифрової економіки чотири рівні інформаційної взаємодії:

1) *інформаційний рівень* (забезпечує формування, зберігання і актуальність інформаційного ресурсу);

2) *комунікаційний рівень* (являє собою цифрову інформаційну мережу);

3) *функціональний рівень* (забезпечує ІКТ-підтримку здійснення процесів діяльності в цифровій економіці та надання цифрових послуг);

4) *користувацький рівень* (рівень взаємодії користувачів цифрових сервісів із цифровою ІКТ-інфраструктурою).

При цьому створення ефективного ланцюга надання цифрових послуг можливо тільки за умови стимулювання користувачів на використання таких продуктів для підвищення ефективності своєї діяльності. Разом з цим розвиток цифрової ІКТ-інфраструктури буде базуватися на таких основних компонентах:

- централізованій інформаційно-аналітичній системі підтримки нормативно-довідкової інформації (міжнародних стандартів оброблення даних, міжнародних класифікаторів тощо) на основі сервіс-орієнтованої архітектури;

- єдиній інтеграційній платформі для регіональних економічних систем різних країн у глобальному просторі цифрової економіки;

- інформаційно-комунікаційному резервному центрі на основі використання хмарних технологій;

- мережі інформаційних систем і веб-порталів банківських систем різних країн.

Разом з позитивними досягненнями та незаперечними перевагами розвитку цифрової ІКТ-інфраструктури й розвитку цифрових послуг у рамках забезпечення ІКТ-підтримки розвитку транскордонного простору цифрової економіки, на сьогодні є ще ряд питань, які вимагають свого опрацювання, зокрема:

- наявність різних і не завжди належним чином узгоджених систем регіональних і міжнародних стандартів, що стосуються забезпечення інформаційної взаємодії в транскордонному просторі цифрової економіки;

- низький рівень сумісності інформаційних систем, що знижує ефективність їх інформаційної взаємодії;

- проблеми об'єднання різних ІКТ-інфраструктур підприємств, установ і організацій різних країн.

При вирішенні завдання створення та розвитку цифрової ІКТ-інфраструктури економічна система може взаємовигідно використовувати технології цифрового розвитку в різних галузях соціально-економічної діяльності, в тому числі розвитку телекомунікаційної сфери та інтелектуальних мереж зв'язку, які забезпечують підтримку єдиних міжнародних стандартів комунікаційних протоколів і безпечних транспортних механізмів; цифрового розвитку системи електронної торгівлі, яка забезпечує широке впровадження та розвиток технологій промислового Інтернету, а також сприяє підвищенню рівня довіри до електронних транзакцій з боку споживачів і розвитку цифрових ІКТ-інфраструктур.

3. Забезпечення інформаційної безпеки в транскордонному просторі цифрової економіки.

У сучасному світі питання інформаційної безпеки вимагають підвищеної уваги, оскільки за результатами дослідження PWC середній збиток великих організацій від кібератак становить близько \$ 5 млн дол. У зв'язку з цим забезпечення захисту інформації стає особливо пріоритетним завданням, у яке бізнес інвестує все більше ресурсів [7].

Згідно з прогнозами компанії Gartner, у 2017 році витрати корпорацій на ІТ-безпеку збільшаться на 7,6 % і досягнуть 90 млрд дол. [8].

Згідно [8] інформаційна безпека – стан збереження інформаційних ресурсів і захищеності законних прав особистості та суспільства в інформаційній сфері.

У [9] виділено такі базові принципи, на які має спиратись система інформаційної безпеки:

- *конфіденційність* (confidentiality) – властивість інформації, яка полягає в тому, що інформація не може бути отримана неавторизованим користувачем і/або процесом;

- *цілісність* (integrity) – властивість інформації, яка полягає в тому, що інформація не може бути модифікована неавторизованим користувачем і/або процесом. Цілісність системи (system integrity) – властивість системи, яка полягає в тому, що жоден її компонент не може бути усунений, модифікований або доданий з порушенням політики безпеки;

- *доступність* (availability) – властивість ресурсу системи, яка полягає в тому, що користувач і/або процес, який володіє відповідними повноваженнями, може використовувати ресурс відповідно до правил, встановлених політикою безпеки, не очікуючи

довше заданого (малого) проміжку часу, тобто коли він знаходиться у вигляді, необхідному користувачеві, в місці, необхідному користувачеві, і в той час, коли він йому необхідний;

- *спостережність* (accountability) – властивість системи, що дозволяє фіксувати діяльність користувачів і процесів, використання пасивних об'єктів, а також однозначно установлювати ідентифікатори причетних до певних подій користувачів і процесів з метою запобігання порушення політики безпеки і/або забезпечення відповідальності за певні дії.

Незважаючи на бурхливий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, дієве вирішення питань інформаційної безпеки для кожної організації індивідуально й залишається творчим процесом.

Загальну схему системи інформаційної безпеки відповідно до стандарту ISO/IEC 27001 можна представити у вигляді такої схеми (рис. 4).

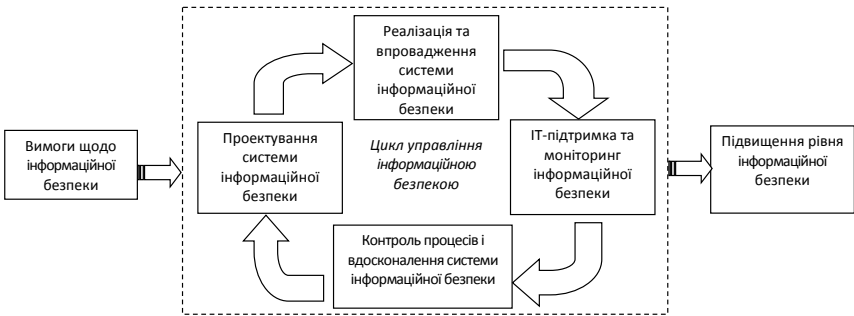


Рис. 4. Схема системи інформаційної безпеки відповідно до стандарту ISO/IEC 27001

Зазначимо, що основним критерієм ефективності та якості інформаційної безпеки організації є стійкість її фінансового та економічного розвитку у відповідності з планами і завданнями незалежно від зміни ситуації [10].

Отже, при розробленні концепції дослідження та розв'язання проблем цифрової трансформації необхідно виділити наявні проблеми, визначити та дослідити задачі цифрової трансформації, обґрунтувати оптимальні варіанти розв'язання наявних проблем і забезпечити високу результативність процесів цифрової трансформації. Реалізація цих положень гармонійно вписується в концепцію становлення і розвитку цифрової економіки, до якої сьогодні приходять усе більше країн світу.

У загальному вигляді концепцію дослідження та розв'язання проблем цифрової трансформації в контексті становлення і розвитку цифрової економіки представлено на рис. 5.

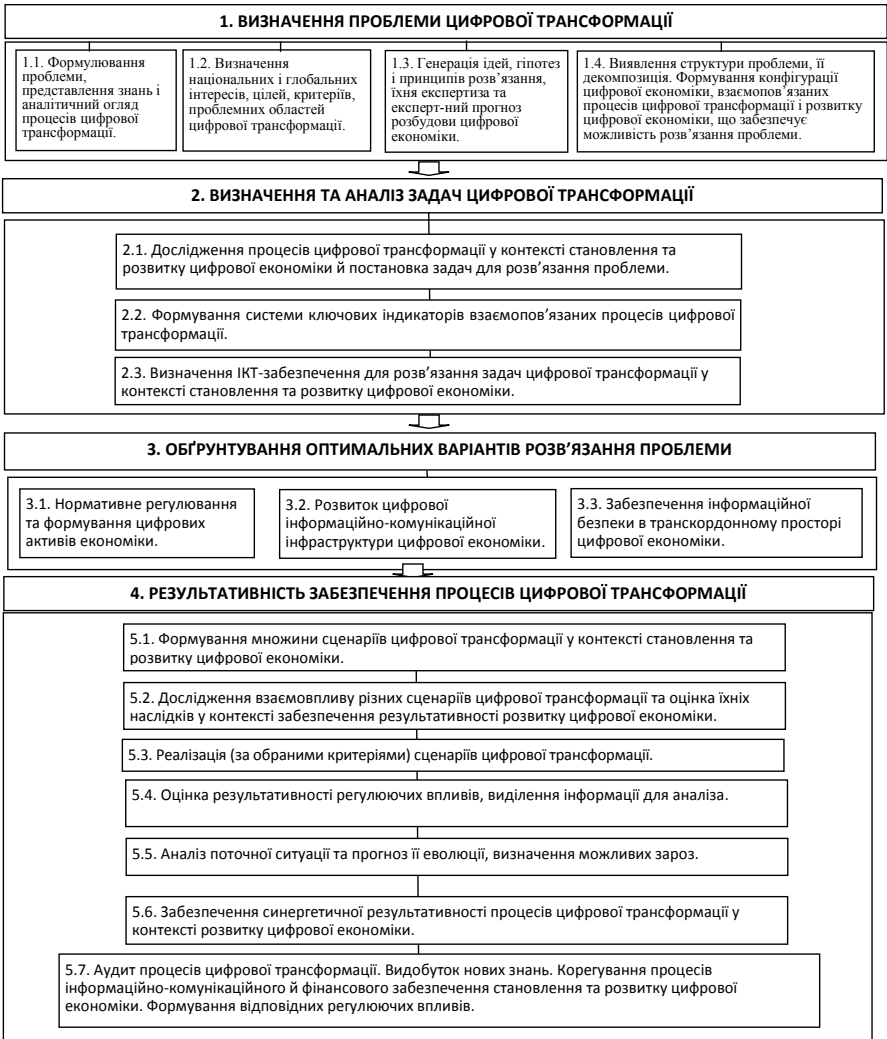


Рис. 5. Концептуальні положення дослідження та розв'язання проблем цифрової трансформації в контексті становлення і розвитку цифрової економіки

Висновки. У контексті розбудови цифрової економіки з метою спільного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, підвищення кібербезпеки, суб'єкти економічної діяльності прагнуть ділитися знаннями, обмінюватися експертами, спільно розробляти та застосовувати інноваційні цифрові технології, що сприяють цифровій трансформації в транскордонному світовому економічному просторі.

Основними цілями цифрової трансформації в контексті розбудови цифрової економіки є:

— створення екосистеми цифрової економіки, в якій дані в цифровій формі є ключовим фактором виробництва у всіх сферах соціально-економічної діяльності та в якій забезпечено ефективну транскордонну взаємодію бізнесу, науково-освітнього співтовариства, держави та громадян;

— створення необхідних і достатніх умов інституційного та інфраструктурного характеру, усунення наявних перешкод і обмежень для створення і розвитку високотехнологічних бізнесів і недопущення появи нових перешкод і обмежень як у традиційних галузях економіки, так і в нових галузях і на високотехнологічних ринках;

— підвищення конкурентоспроможності на глобальному ринку як окремих галузей економіки, так і світової економіки в цілому.

Подальші дослідження щодо розвитку процесів цифрової трансформації в контексті розбудови цифрової економіки мають концентруватися, зокрема, на пріоритетах розвитку цифрових технологій і цифралізації усіх сфер людської діяльності, що забезпечуватиме підвищення конкурентоспроможності підприємств і організацій, поліпшення якості життя людей, сталого розвитку глобального світового співтовариства загалом.

Література

1. *Гриценко В. І.* «Умное предприятие» как базовый объект цифровой экономики / В.И. Гриценко, Л. А. Тимашова // УСИМ. – 2016. – № 5. – С. 54–61.

2. *Відякін М.* Оновлення Комплексної програми розвитку фінансового сектору України до 2020 року / М. Відякін. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=43352267>. – Загол. з екрана.

3. *Степаненко О. П.* Моделі, методи, інформаційні технології підтримки процесів діяльності банківської системи: Монографія. – К.: КНЕУ, 2013. – 491 с.

4. *Куприяновский В.П.* Целостная модель трансформации в цифровой экономике – как статья цифровыми лидерами / В.П. Куприяновский, А.П. Добрынин, С.А. Сиягов, Д.Е. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – № 1. – vol. 5. – С. 26–32.
5. Monitoring the Digital Economy & Society 2016 – 2021 [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725524/Monitoring+the+Digital+Economy+%26+Society+2016-2021/7df02d85-698a-4a87-a6b1-7994df7fbeb7>. – Загл. с экрана.
6. *Степаненко О. П.* Моделювання процесів функціонування та розвитку банківської системи України: дис. ... д-ра екон. наук. Київський. нац. економіч. університет ім. В. Гетьмана. – Київ, 2015.
7. G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative (FINAL) [Electronic resource]. – Режим доступа : <http://www.mofa.go.jp/files/000185874.pdf>. – Загл. с экрана.
8. The Global Information Technology Report 2016. Innovating in the Digital Economy [Electronic resource] / Silja Baller, Soumitra Dutta, and Bruno Lanvin, editors// – Режим доступа : http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf. – Загл. с экрана.
9. *Степаненко О. П.* Цифровая трансформация банковской системы в условиях становления и развития цифровой экономики / О. П. Степаненко // Управляющие системы и машины. – 2017. – № 1 (267). – С. 77–85.
10. *Lakhno V.* Development of a System for the Detection of Cyber Attacks Based on the Clustering and Formation of Reference Deviations of Attribute / V. Lakhno, V. Malyukov, V. Domrachev, O. Stepanenko, O. Kramarov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 3/9 (87). – P. 43–52.

References

1. *Hrytsenko V. Y.* «Umnoe predpriyatye» kak bazovi ob'ekt tsyfrovoy ekonomyyku/ V.Y. Hrytsenko, L. A. Tymashova// USyM. – 2016. – № 5. – S. 54–61. [in Russian]
2. *Vidiakin M.* Onovlennia Kompleksnoi prohramy rozvytku finansovoho sektoru Ukrainy do 2020 roku [Elektronnyi resurs]/ M. Vidiakin// – Rezhym dostupu: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=43352267>. – The head. from the screen. [in Ukrainian]
3. *Stepanenko O. P.* Modeli, metody, informatsiini tekhnolohii pidtrymky protsesiv diialnosti bankivskoi systemy: Monohrafiia. – K.: KNEU, 2013. – 491 s. [in Ukrainian]
4. *Kupryianovskiy V.P.* Tselostnaia model transformatsyy v tsyfrovoy ekonomyyke – kak stat tsyfrovymy lyderamy / V.P. Kupryianovskiy, A.P. Dobryny, S.A. Syniahov, D.E. Namyot // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – № 1. – vol. 5. – S. 26–32. [in. Russian]
5. Monitoring the Digital Economy & Society 2016 – 2021 [Electronic resource]. – Access mode: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/>

341889/725524/Monitoring+the+Digital+Economy+%26+Society +2016-2021/7df02d85-698a-4a87-a6b1-7994df7fbeb7. – The head. from the screen. [in Russian]

6. *Stepanenko O. P.* Modeliuvannia protsesiv funktsionuvannia ta rozvytku bankivskoi systemy Ukrainy: dys. ... d-ra ekonomych. nauk. Kyevskiyi. nats. ekonomych. Unyversytet ym. V. Hetmana, Kyev, 2015. – 563 s. [in Ukrainian]

7. G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative (FINAL) [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.mofa.go.jp/files/000185874.pdf>. – The head. from the screen.

8. The Global Information Technology Report 2016. Innovating in the Digital Economy [Electronic resource] / Silja Baller, Soumitra Dutta, and Bruno Lanvin, editors // – Access mode: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf. – The head. from the screen.

9. *Stepanenko O. P.* Tsyforvaia transformatsiya bankovskoi systemy v uslovyakh stanovleniya y rozvytyia tsyfrovoy ekonomyky / O. P. Stepanenko // Upravliaiushchye systemy i mashyny. – 2017. – № 1 (267). – S. 77–85. [in Russian]

10. *Lakhno V.* Development of a System for the Detection of Cyber Attacks Based on the Clustering and Formation of Reference Deviations of Attribute / V. Lakhno, V. Malyukov, V. Domrachev, O. Stepanenko, O. Kramarov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 3/9 (87). – P. 43–52.

Камінський Олег Євгенович, к.е.н., доцент, доцент кафедри інформаційного менеджменту ДВНЗ Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана

Каминский Олег Евгеньевич, к.э.н., доцент, доцент кафедры информационного менеджмента ДВНЗ Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана

Kaminsky Oleg, PhD in Enterprise Economics, associate professor, associate professor of information management department Kyiv State University of Economics V. Hetman

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ ХМАРНОГО СЕРВІСУ

STRUCTURAL MODEL FOR BUILDING CLOUD SERVICES

АНОТАЦІЯ. Хмарні обчислення на теперішній час є основним трендом у галузі ІКТ. При побудові та використанні хмарних сервісів виникає необхідність прийняття значної кількості технічних і управлінських рішень. У статті досліджено теоретико-методологічні підходи до визначення суті та особливостей планування та проектування хмарних сервісів, описано їх формалізовану модель.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: хмарні обчислення, модель, хмарні сервіси, компоненти хмарних обчислень, інформаційні технології, бізнес-процеси.

АННОТАЦИЯ. Облачные вычисления в настоящее время является основным трендом в области ИКТ. При построении и использовании облачных сервисов возникает необходимость принятия значительного количества технических и управленческих решений. В статье исследуются теоретико-методологические подходы к определению сущности и особенностей планирования и проектирования облачных сервисов, и описывается их формализованная модель.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: облачные вычисления, модель, компоненты облачных вычислений, информационные технологии, бизнес-процессы.

ABSTRACT. Cloud computing is a major trend in the ICT industry. When building and using cloud services, it becomes necessary to make a significant amount of technical and management decisions. The article explores theoretical and methodological approaches to defining the essence and features of planning and designing cloud services, and describes their formalized model.

KEYWORDS: cloud computing, models, components of cloud computing, information technologies, business processes.

Problem statement. The rapid development and distribution of cloud computing is one of the key trends, that in the next 5-8 years will noticeably affect the global development of the IT industry and in the areas of business, finance, public administration, medicine, education, and many other areas of human life. In the construction and use of cloud services there is need for a large number of technical and

managerial decisions. The task is complicated by the quantitative and qualitative development of a new paradigm and has led to the need to consider them as complex information systems, which may include thousands of users and contain hundreds of thousands of distributed elements to support dynamic scaling using communications and computing services, interact with other information systems. Many existing technologies allow the development of cloud services of different scale and functionality. From the totality of decisions depends the quality of cloud services and the value of the cost of its development and operation. Thus, there is a clear relevance of the study of the economic side of the processes of comparison, selection and use of cloud services in the activities of enterprises and organizations.

Analysis of recent research and publications.

International research and consulting firm IDC believes that cloud computing paradigm – is the foundation for the development of corporate information systems, and they will be the main driver of the market of information technologies, both in the world and in certain countries [1].

According to IBM employees, cloud services are applications for business automation, distributed by the SaaS model (software as a service), or by other models, through public clouds and accessible to a wide range of customers at an affordable price [2].

Researchers Keiko Hashizume, Eduardo B. Fernandez and Maria M. Larrondo-Petrie in their work say that the PaaS (Platform as Service) model offers virtual cloud environments for collaborative tools and libraries for cloud development and implementation. PaaS uses the IaaS model (Infrastructure as a service) as the basis (servers, memory and network). In this case, the PaaS model hides the complexity of IT infrastructure management [3].

Transfer of basic services and applications to the cloud created new requirements for the development of productive software. Cloud concepts and technologies provide development of software development environment "cloud to cloud", because they can easily provide enough computing resources to develop and test code, support for collaborative developer systems that is key to developing software applications [4].

At present, cloud computing is recognized as the dominant computing model in IT infrastructure, providing a flexible, universal and cost-effective access to a wide range of shared resources. Thus, having considerable practical interest, research problem of construction and operation of cloud services is relevant and requires special attention.

The purpose of the article. The article aims to justify the theoretical and methodological approaches to determining the nature and characteristics of building a cloud service, the creation of their formalized model.

Modern cloud services are complex dynamic information systems that include a large number of different components. Research of planning and design of cloud services requires the use of modeling techniques.

The main research material.

Cloud service (as defined by ISO/IEC 17788:2014) – is one or more of the features offered via cloud computing caused by using a particular interface. When constructing and operating cloud services, you have to deal with a number of factors: a large number of service components; a large number of users; the influence of various random factors on the functioning of the service; a large number of technologies and software used for its construction; inclusion of services in various business processes of organizations.

"Cloud services" can be represented as a multilayer model consisting of layers (levels of virtualization): IaaS, PaaS, SaaS.

- IaaS level – virtualization of the hardware level and various computing resources (processor, RAM, disk space). Resources are allocated on demand and paid on time consumption;

- PaaS level – developers are offered the environment for developing, testing and deploying their applications, which can include various base software, horizontally and vertically scalable tools, load balancing capabilities, and more. Level PaaS uses virtual resources and resource management tools of IaaS. At one level of virtualization of IaaS can be deployed several PaaS solutions;

- SaaS level consists of simple or composite services (services) that are offered to end-users. The model data applications deployed through PaaS platforms.

Each level in accordance with the basic properties of cloud computing includes management tools provided resources and applications. Consider the case where IaaS, PaaS, and SaaS levels belong to different business process participants. In this case, each level will only use the resources and applications of the lower layer in the closed architecture mode. Due to differences in business goals, each layer will have different optimization goals, criteria and mechanisms.

Let's consider the main goals of the SaaS business process participant, as well as the available optimization tools and optimization criteria, see table 1.

Table 1

THE MAIN OBJECTIVES OF THE SAAS SERVICE DELIVERY PROCESS

Level	Business Goals	Criteria for optimization
SaaS	Support for a given level of service quality Reduce the cost of PaaS resources	The level of customer service quality Spending on PaaS resources per client
PaaS	Increase profits from the platform	The level of effective loading of virtual machines SaaS Quality of Service The cost of basic software licenses
IaaS	Efficient hardware downloads	The level of efficient loading of resources (processors, RAM, hard drives) Level of service quality PaaS

Each layer reflects the main economic interests of the owner - increasing profits or increasing satisfaction of end users of services. For owners of the data center, the level of income depends largely on the amount of consumed computing resources and capital and operating costs for these resources. In this regard, the main task of optimization is to minimize the number of equipment when servicing PaaS-level requests in terms of providing contractual obligations to provide a set of network and computing resources [2].

The IaaS level has the means to monitor downloaded information, availability and location of resources, both for hardware and for virtual machines (VMs). The main means of optimization of IaaS is the redistribution of computing power and storage space for the VM.

PaaS-related revenues are associated with SaaS applications and services hosted by developers: consumable resources and software licenses. The PaaS provider pays the resources provided by the IaaS level (virtual machines, disk space, data networks), the cost of third-party licenses (for example, application servers or databases) and violation of service level agreements (SLA).

In this regard, the main business objectives of the PaaS level are: increasing the load on the platform from SaaS application developers; minimization of used computing, disk and network resources; minimizing penalties for performance of the SLA.

For SaaS owners, the revenue level typically depends on the number of end-users and / or the one-time use of the application, such as billing service. Expenses, in turn, include the payment of resources and capabilities of the PaaS level (in terms of use or in accordance with the agreement).

SaaS has the ability to control the quality of service provision (QoS) in order to optimize according to their own tasks. Depending on the type of service provided, various QoS parameters can be used, for example, the response time for the user's request.

As a result of studying the goals, criteria and means of optimization, one can single out a common point, the only one for all participants of the business process – is to support a given level of quality of the service provided.

Analysis shows that each cloud service SaaS can be conventionally split into n independent functions $F_i, i = \overline{1, n}$. Performing each function F_i on the SaaS end-user request requires a certain amount of PaaS-level resources $R_{paas_i}, i = \overline{1, l}$ for specified time intervals T_{f_i}, l .

As resources means the virtual computing power provided to the application container at the PaaS level, for example: processor resources of different platforms on request; the amount of memory of different platforms on request (these resources have physical limitations for one container); disk space and disk operations for databases and ordinary data warehouses; network resources on request (internal and external), etc. Separately, licenses for software platforms of the PaaS level can be allocated, which will be taken into account depending on the topology of the cloud service, see. Fig. 1

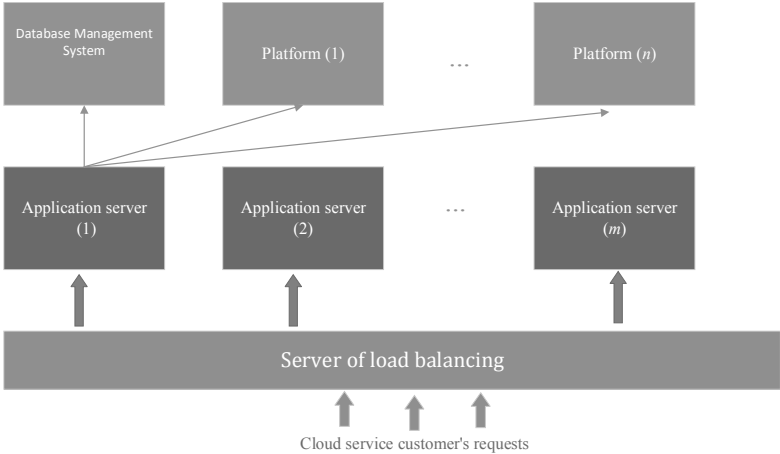


Fig. 1 Topology of cloud service

Cloud services can be created on the basis of cloud-based solutions from Amazon EC2, IBM x86, Microsoft Azure, EMC, VMware,

openSource based OpenStack solutions, RackSpace based on OpenStack, etc., which enable the processing center to be transformed into a dynamic IT environment.

PaaS offers software developers the means of developing, testing, deploying and supporting various applications. In addition, the user is provided with tools for administration and management. Basically, PaaS is used to design and deploy related distributed cloud services (for example, SaaS mashup, "cloud" sites, etc.).

Consider the formal statement of the problem of building a cloud service. To do this, you need to represent different aspects of cloud services in terms of the theory of sets.

Cloud services can be viewed as a set of the form:

$$CA = \langle M, P, CT, R, MC \rangle \quad (1)$$

where:

M – a model of cloud service, which describes in general form its purpose and content;

P – a service project that describes its structure and components;

CT – a set of "cloud" technologies and models used to create a "cloud" service;

R – implementation of the service;

MC – a component that characterizes the use of cloud service and monitoring of its activities.

The components of the set generally correspond to the stages of the process of building a cloud service, similar to the stages of building a software application [2]. Each of these components characterizes the completion of one of the stages, presenting its result. Consider a more detailed model of cloud service.

The cloud service model is a collection of:

$$M = \langle Tq, Aud, BP, CM, Stat \rangle \quad (2)$$

which shows its purpose and place in the activities of the client company. The model may represent an existing service, a proposed variant of its development, or a new cloud service. Consider the components of the "cloud" service model.

The set:

$$Tq = \{Tqi\}, i = \overline{1, Ntq}$$

describes the set of goals of "cloud service". Examples of such goals can be: "Increasing the level of product sales"; "Reducing labor costs for

software development", "Informing about academic achievements of the university", "Simplifying the management of a bank account online", etc.

Each goal may contain some set of sub-targets (for example, "attracting young people to a brand" or "automated collection of tickets for a performance"), which, in their turn, may have the following objectives:

$$tq_i^{h-1} = \{tq_{ij}^h\}, j = \overline{1, Ntq_i^h}$$

Thus, a tree of cloud service goals is formed, which determines a large extent of the other components of the model and applications. Note important feature of the "cloud" services. Within this model, it is the owner of service targets or "cloud", which may differ from the goals of its users. Harmonization and satisfaction of the goals of many participants is a prerequisite for the success of the project. The result is largely achieved through the activity of users of various categories, the possibility of feedback with them increases the value of the service for other users and its efficiency from the owner's point of view, and increases profits.

To do this, users also need to be addressed and satisfied. At the next stages of building a "cloud" service, after conducting relevant research, a lot of participants are added with their evaluation criteria.

The set that describes the audience of a cloud service and its use is as follows:

$$\mathbf{Aud} = \langle \{\mathbf{Auds}_i\}, \{\mathbf{Fn}_j\}, \{(\mathbf{Auds}_l, \mathbf{Fn}_h)_k\} \rangle$$

where,

$\{\mathbf{Auds}_i\}, i = \overline{1, \overline{NAuds}}$ – this is the set of roles of users of the service, for example: "Marketer", "Internet store moderator", "Buyer" (one user can act in several roles).

$\{\mathbf{Fn}_j\}, j = \overline{1, \overline{NFn}}$ – describes in the most general form the function of "cloud" service.

$\{(\mathbf{Auds}_l, \mathbf{Fn}_h)_k\}, k = \overline{1, \overline{NAudF}}, l = \overline{1, \overline{NAuds}}, h = \overline{1, \overline{NFn}}$ – defines the user's appeal of a particular category to a certain cloud service function.

The next component of the model determines the extent to which cloud service is involved in business processes in an organization:

$$\mathbf{BP} = \langle \{\mathbf{BPr}_i\}, \{\mathbf{O}_{uv}^u\}, \{(\mathbf{BPr}_l, \mathbf{O}_h^l, lv_j)_k\} \rangle$$

where:

$\{BPr_i\}, i = \overline{1, NBP}$ – many business processes of the organization to which the cloud service will have a direct or indirect effect;

$\{O_{uv}^u\}, u = \overline{1, NBP}, v = \overline{1, NO^u}$ – a set that describes the operations of these business processes;

(BPr_l, O_h^l, lv_j) - shows how the cloud service affects the operation $O_h^l, h = \overline{1, NO^l}$, of business process $BPr_l, l = \overline{1, NBP}$.

$lv_j \in LV$ shows the level of cloud service usage when performing an operation. Many of these levels can be described, for example, as follows:

$$LV = \{Lv, Lv2, Lv3\},$$

where: Lv_1 , – "The service supports the operations";

Lv_2 – "Operation is performed through cloud service";

Lv_3 – "The business process is fully performed within the cloud".

The model can be expanded by specifying the performers of each operation and identifying the components of the cloud service involved in the operation, cloud layers, etc. The considered aspect is now becoming of increasing importance.

Cloud services, especially in the SaaS model, are increasingly becoming a means of improving business organization processes. Cloud computing is to: reduce labor costs for the operations of the business process; reduce the number of errors; allow participation in business processes representatives of partners and remote employees; reduce the value of geographical factors in the organization of the business process, significantly reduce the capital costs of the organization. Therefore, consideration of business processes in the planning and design of cloud services is necessary.

In this case, visual models of processes performed by the cloud, can serve as the basis for the formation of simulation models of cloud services, which allow to estimate the cost of different variants of the construction of the service [5].

The conceptual model of cloud service can be represented as follows:

$$CM = \langle S, A, RI, \{(r1_k, s_i, s_j)k\} \rangle \quad (3)$$

where $S = \{s_i\}, i = \overline{1, N_s}$, – set of domain objects, represented by a cloud service, for example: "Contractor", "Account", "Client", "Product".

The set $A = \{a_j^i\}, i = \overline{1, N_s}, j = \overline{1, N_{sa}^i}$ – describes the attributes of entities.

The set $RI = \{rl_k\}, k = \overline{1, N_{rl}}$, – describes the relationship between entities, and the set of elements of the type $(rl_{k, s_i, s_j})_k$ connects attitude and essence.

The traditional means of presenting a conceptual model is ER-Diagrams. A conceptual model is defined by the goals and objectives of the cloud service, it shows what information will be collected or provided during the operation of the service. Conceptual model used to design schemes databases and data warehouses of cloud service and to build its navigation model interface and design components.

Along with other components, the conceptual model allows you to estimate the scale of the cloud service and the amount of work required for its construction and support.

A set of statistical indicators $STAT = \{stat_i\}, i = \overline{1, N_{stat}}$, characterizes the quantitative parameters of an existing or created cloud service. Such indicators are, for example: "Number of users per day" (existing or predicted), "Number of services in the directory", etc. Statistical characteristics influence the project of cloud service and to a large extent determine the requirements for the selection of service models and development technologies.

The feature of cloud service is the ability to separate to a certain extent the project from the means of its implementation. One and the same result (in terms of content and functionality) can be achieved using technologies of different levels, different operating principles and based on different cloud models.

The complex of cloud technologies and CT models defines the selected set of technologies (platform) for the implementation of the cloud service. The choice is determined on the one hand by the model and the project of cloud service, and on the other – for technical and economic reasons.

The Target Function uses the Total Cost of Ownership, the total cost of ownership of the cloud service. The TCO model includes the following components: cost of renting cloud resources; the cost of training developers; labor costs for the construction of the service;

labor costs for service operation; labor costs of users to work with the service. [3]

Each set of technologies requires different labor costs for the development and development of its components of the service. The use of certain technologies requires different expenses for the use of the cloud. Effectiveness of achieving the goals with different cloud technologies and deployment models is also different.

Conclusions

The formalized model reflects the different aspects of the cloud service, defines its components and links between them. The model components are grouped into blocks describing the "core" of a service, a project, a set of technologies, implementation and operation. When designing a project and choosing technologies alternatives are compared on the criterion of economic efficiency. The formalized model will allow us to formulate tasks that arise in planning, designing and implementing such a service.

The use of a complex of economic and mathematical models allows us to make informed decisions from the economic point of view on the creation, design and operation of cloud services. To solve the problem of choosing technologies for the creation of cloud services, it is possible to effectively use the method of selecting complex systems, although this requires its improvement and adaptation, which is the subject of further research.

Study cloud services and cloud computing paradigms like economic phenomena is important not only because they are a powerful resource efficiency of enterprises and individual companies, but also for reasons of their origin is an important indicator of the development of the information society.

Литература:

1. IDC veröffentlicht 2016-Prognose für den IT-Markt. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.sap.com/germany/2016/01/04/idc-veroeffentlicht-2016-prognose-fur-den-it-markt/>

2. *Скарлетт К.* Облачные стандарты: средства взаимодействия приложений в облаке (2016). – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-tools-to-ensure-cloud-application-interoperability/index.html>

3. Keiko Hashizume , Eduardo B. Fernandez , and Maria M. Larrondo-Petrie Cloud Service Model Patterns / Dept. of Comp. Science and Eng., Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, USA. 2012. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.5063&rep=rep1&type=pdf>

4. Giovanni Merlino, Stamatis Arkoulis, Salvatore Distefano, Chrysa Papagianni, Antonio Puliafito, Symeon Papavassiliou. Mobile crowdsensing as a service: A platform for applications on top of sensing / CloudsFuture Gener. Comput. Syst. – 0167–739X, 56(2016). – P. 623–639.

5. Litoiu M., Woodside M., Wong J., Ng J., Iszlai G. A business driven cloud optimization architecture // Symposium on Applied Computing, 2010. – P. 380–385.

6. Камінський О.Є. Адаптація моделі розрахунку сукупної вартості володіння (ТСО) для сервісів хмарних обчислень / Камінський О.Є. // Моделювання та інформаційні системи в економіці. Міжвідомчий наук. збірник. Вип. № 91. – К., КНЕУ, 2015. – С. 141–152.

References

1. IDC veröffentlicht 2016-Prognose für den IT-Markt. – [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: <http://news.sap.com/germany/2016/01/04/idc-veroeffentlicht-2016-prognose-fur-den-it-markt/>

2. Skarlett K. Oblachnye standarty: sredstva vzaymodejstviya prylozhenyj v oblake (2016). – [Elektronnyj resurs] – Rezhym dostupu: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-tools-to-ensure-cloud-application-interoperability/index.html>

3. Keiko Hashizume, Eduardo B. Fernandez, and Maria M. Larrondo-Petrie Cloud Service Model Patterns / Dept. of Comp. Science and Eng., Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, USA. 2012. – [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.5063&rep=rep1&type=pdf>

4. Giovanni Merlino, Stamatis Arkoulis, Salvatore Distefano, Chrysa Papagianni, Antonio Puliafito, Symeon Papavassiliou. Mobile crowdsensing as a service: A platform for applications on top of sensing / CloudsFuture Gener. Comput. Syst. – 0167–739X, 56(2016). – R. 623–639.

5. Litoiu M., Woodside M., Wong J., Ng J., Iszlai G. A business driven cloud optimization architecture // Symposium on Applied Computing, 2010. – R. 380–385.

6. Камінський О.Є. Адаптація моделі розрахунку сукупної вартості володіння (ТСО) для сервісів хмарних обчислень / Камінський О.Є. // Моделювання та інформаційні системи в економіці. Міжвідомчий наук. збірник. Вип. № 91. – К.: КНЕУ, 2015. – С. 141–152.

Бараник З.П. (Baranyk Z.), д.е.н., професор,
Іриневи́ч Ю.В. (Irynevich Y.), аспірант кафедри статистики,
ДВНЗ «Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана»

РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ СТАТИСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ МОЛОДІЖНОГО РИНКУ ПРАЦІ

РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ СТАТИСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ МОЛОДІЖНОГО РИНКУ ПРАЦІ

АНОТАЦІЯ. У статті представлено результати статистичного аналізу зайнятості молоді в регіонах України. Запропоновано напрями статистичного аналізу молодіжного ринку праці (економічної активності, зайнятості та безробіття). Здійснено багатовимірне групування регіонів України в частині функціонування молодіжного ринку праці за основними соціальними показниками. Виокремлено однорідні регіональні зони функціонування молодіжного ринку праці в Україні у 2016 році методом кластерного аналізу. Визначено місце кожного регіону за рівнем функціонування молодіжного ринку праці, надана їм рейтингова оцінка.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: молодіжний ринок праці, економічна активність, зайнятість та безробіття, регіони, багатовимірне групування, рейтингова оцінка.

АННОТАЦИЯ. В статье представлены результаты статистического анализа занятости молодежи в регионах Украины. Предложены направления статистического анализа молодежного рынка труда (экономической активности, занятости и безработицы). Осуществлены многомерные группировки регионов Украины в части функционирования молодежного рынка труда по основным социальным показателям. Выделены однородные региональные зоны функционирования молодежного рынка труда в Украине в 2016 году методом кластерного анализа. Определено место каждого региона по уровню функционирования молодежного рынка труда, предоставленная им рейтинговая оценка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: молодежный рынок труда, экономическая активность, занятость и безработица, регионы, многомерные группировки, рейтинговая оценка.

ABSTRACT. The article outlines the results of statistical analysis of youth employment in the regions of Ukraine. The Directions of statistical analysis of the youth labor market (economic activity, employment and unemployment) are offered. A multidimensional grouping of Ukrainian regions in terms of functioning of the youth labor market based on basic social indicators was carried out. A distinction was made between homogeneous regional zones of functioning of the youth labor market in Ukraine in 2016 using the method of cluster analysis. The place of each region is determined by the level of functioning of the youth labor market, also the rating was given.

KEYWORDS: youth labor market, economic activity, employment and unemployment, regions, multidimensional grouping, rating estimation.

Постановка проблеми. Нерівномірність розвитку регіональних ринків праці значною мірою залежить від розміщення проду-

ктивних сил, зумовленого наявними природними ресурсами, історичним розвитком і місцевими традиціями, і відображає економічну спеціалізацію регіонів країни [3]. Зазначимо, що однією з головних функцій ринку праці є перерозподіл робочої сили між регіонами, видами економічної діяльності і сферами виробництва та забезпеченні роботою економічно активного населення, в тому числі молоді регіону.

Аналіз досліджень і публікацій з проблеми. Дослідження загальних проблем функціонування молодіжного ринку праці на національному та регіональному рівнях відображаються у наукових працях провідних українських вчених, таких як З.П. Бараник, С.І. Бандур, Д.П. Богиня, В.Я. Брич, В.С. Васильченко, З.С. Варналій, І.Ф. Гнібіденко, Т.А. Заєць, С.М. Злупко, О.В. Кустовська, Е.М. Лібанова, Л.С. Лісогор, В.В. Онікієнко, Н.О. Парфенцева, О.М. Палій, В.М. Петюх, С.І. Пірожков, В.Г. Саріогло, Т.О. Стеценко, А.В. Хмелюк, М.Г. Чумаченко. Проблеми виникнення та вплив ризиків на оцінювання молодіжногоринку праці, зокрема соціальних ризиків, відображено у наукових працях провідних вітчизняних учених: В.В. Вітлінського, О.І. Ястремського, Е.Е. Мачульської, Н.А. Вигдорчика, В.М. Догадова, Л.В. Забелина.

Виклад основного матеріалу. Стабільність економіки країни закладається саме в регіонах, тому дуже важливо виокремлювати території з ідентичними (однорідними) особливостями розвитку регіональних економічних процесів. Створення регіональних зон, їх склад, структура залежить від тих класифікаційних ознак, за якими проводиться багатомірне групування регіонів.

Вихідним пунктом у вивченні стану ринку праці в окремих регіонах являється вибір статистичної методології та системи показників, які представляють у комплексі відповідного статистичного інструментарію дослідження. Наукове формування системи статистичних показників функціонування молодіжного ринку праці є передумовою успішного всебічного дослідження. Треба відмітити, що для зображення властивостей структури, взаємозв'язків і динаміки функціонування молодіжного ринку праці, одного якісного показника недостатньо, необхідна їх система.

Система статистичних показників характеризує умови, процес і результати функціонування молодіжного ринку праці. Одна з вимог, яка пред'являється до системи показників, достатня компактність, охоплення всіх сторін економічної, соціальної та демографічної діяльності, зв'язків і взаємозв'язків усіх елементів і вузлів системи. Система показників повинна адекватно відображати реальну структуру системи. Вона повинна також буду-

ватися із врахуванням можливостей отримання достовірних статистичних даних, їх обробці, аналізу та оцінювання.

За допомогою системи статистичних показників функціонування молодіжного ринку праці оцінюється ефективність регіональних економік у визначений момент часу в частині праці. У такій системі пріоритет в групуванні вибраних статистичних показників надається тим ознакам, які відображають соціально-економічні відносини на ринку праці [1].

До системи статистичних показників функціонування молодіжного ринку праці увійшли вісім показників. Треба відмітити, що показники, які увійшли в систему, мають різну направленість дії: прямі (стимулятори) – сприяють розвитку регіональних ринків праці; зворотні (дестимулятори) – навпаки дестабілізують ситуацію. До показників прямої дії відносять: рівень економічної активності молоді (у відсотках до населення у віці 15–35 років); рівень зайнятості молоді (у відсотках до населення у віці 15–35 років); навчено новим професіям (у відсотках до кількості зареєстрованих безробітних у 15–35 років); індекс середньої заробітної плати; охоплення працівників трудовими договорами (у відсотках до загальної чисельності штатних працівників). До показників зворотної дії відносять: рівень безробіття (у відсотках до населення у віці 15–35 років); середня тривалість незайнятості безробітної молоді (місяців); навантаження на одне вільне робоче місце, вакансію (осіб у 15–35 років).

Аналіз запропонованих статистичних показників оцінювання функціонування ринку праці бере початок з характеристики згрупованих за ними регіональних сукупностей, їх внутрішніх закономірностей: ступеня однорідності та особливостей структури. Кожен із запропонованих статистичних показників несе в собі характеристику певного процесу або явища на молодіжному ринку праці. За допомогою запропонованої системи показників отримано статистичну характеристику стану та розвитку молодіжного ринку праці в кожному регіоні України. У табл. 1 представлено значення статистичних показників функціонування молодіжного ринку праці за регіонами України в 2016 р.

Найвищий рівень економічної активності молоді спостерігався у Чернігівській і Житомирській областях, рівень зайнятості – Київській і Харківських областях, індекс реальної заробітної плати – м. Києві та Закарпатській області, а найнижчий рівень безробіття – Харківська область і м. Київ. Середній термін пошуку роботи становив 6,4 місяці.

Таблиця 1

**КЛЮЧОВІ ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОЛОДІЖНОГО
РИНКУ ПРАЦІ ЗА РЕГІОНАМИ УКРАЇНИ В 2016 Р.**

Регіони	Рівень економічної активності молоді, %	Рівень зайнятості молоді, %	Рівень безробіття молоді, %	Індекс реальної заробітної плати	Охоплення працівників трудовими договорами, %	Середня тривалість пошуку роботи, місяців	Навантаження на 1 робоче місце, осіб	Проходження профнавчання, %
Вінницька	61,1	53,3	12,7	1,119	74,9	7	66,0	12,4
Волинська	57,3	47,8	16,6	1,09	83,9	6	17,7	10,7
Дніпропетровська	64,6	57,8	10,5	1,023	81,8	7	16,9	13,4
Донецька	65,8	52	21	1,035	85,7	8	173,5	14,6
Житомирська	66,4	55,4	16,7	1,096	84,9	4	23,3	8,2
Закарпатська	65	54,7	15,7	1,126	85,2	3	94,0	11,1
Запорізька	62,8	54,1	13,9	1,073	81,5	8	78,2	12,4
Івано-Франківська	59,5	50,9	14,4	1,097	85,2	6	68,2	14,3
Київська	64,8	58,2	10,2	1,121	55,6	8	13,2	11,1
Кіровоградська	62,8	52,7	16,2	1,071	84,3	7	16,9	15,0
Луганська	70,3	55,8	20,7	1,18	77,8	8	65,0	11,1
Львівська	61,6	54,5	11,5	1,103	75,4	6	18,3	18,8
Миколаївська	61,4	53,5	12,8	1,083	81,3	7	17,5	11,3
Одеська	59,8	54,2	9,5	1,081	68,2	5	13,9	20,5
Полтавська	62,8	53,8	14,3	1,061	77,7	10	18,5	11,5
Рівненська	56,7	46	19	1,071	79,2	4	40,1	17,8
Сумська	59,1	52,1	11,8	1,043	83,7	6	19,9	7,6
Тернопільська	60,9	49,1	19,5	1,098	65,9	5	32,2	11,8
Харківська	60,6	58	4,2	1,062	84,1	6	6,7	20,5
Херсонська	63,9	54,3	15	1,127	78,7	5	68,3	19,5
Хмельницька	62,4	54	13,4	1,069	70,1	5	47,3	13,0
Черкаська	64,8	55,6	14,2	1,097	83,1	8	58,8	14,0
Чернівецька	54	44	18,6	1,121	81	4	38,1	11,3
Чернігівська	67,1	57,4	14,4	1,07	78,8	6	36,4	10,0
м. Київ	62,2	56,2	9,6	1,143	59,9	10	8,8	17,4
У цілому	62,3	53,4	14,3	1,090	77,9	6	42,3	13,6

Статистичні характеристики центрів розподілу та варіації показників функціонування молодіжного ринку праці в Україні представлено в табл. 2.

Таблиця 2

**СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРІВ РОЗПОДІЛУ
ТА ВАРІАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ
МОЛОДІЖНОГО РИНКУ ПРАЦІ В УКРАЇНІ В 2016 Р.**

Показники	Кількість	Середня	Медіана	Мінімум	Максимум	Дисперсія	Стандартне відхилення	Екセス	Асиметрія	Варіація
Рівень економічної активності молоді, %	25	62,3	62,4	54,0	70,3	12,6	3,5	0,6	-0,2	16,3
Рівень зайнятості молоді, %	25	53,4	54,1	44,0	58,2	12,9	3,6	1,1	-1,1	14,2
Рівень безробіття молоді, %	25	14,3	14,3	4,2	21,0	15,4	3,9	0,5	-0,3	16,8
Індекс реальної заробітної плати	25	109,0	109,0	102,3	118,0	12,5	3,5	0,5	0,4	15,7
Охоплення працівників трудовими договорами, %	25	77,9	81,0	55,6	85,7	65,9	8,1	1,6	-1,5	30,1
Середня тривалість пошуку роботи, місяців	25	6,4	6,0	3,0	10,0	3,2	1,8	-0,2	0,2	7,0
Навантаження на 1 робоче місце, осіб	25	42,3	32,2	6,7	173,5	1358,7	36,9	5,7	2,0	166,8
Проходження профнавчання, %	25	13,6	12,4	7,6	20,5	13,3	3,6	-0,5	0,6	13,0

Показники (сім з восьми) рівень економічної активності молоді (у відсотках до населення у віці 15–35 років); рівень зайнятості молоді (у відсотках до населення у віці 15–35 років); рівень проходження профнавчання (у відсотках до кількості зареєстрованих безробітних у 15–35 років); індекс середньої заробітної плати; охоплення працівників трудовими договорами (у відсотках до загальної чисельності штатних працівників); рівень безробіття (у відсотках до населення у віці 15–35 років); середня тривалість незайнятості безробітної молоді (місяців); відтворюють однорід-

ну сукупність (коефіцієнт варіації менше 33,3 %). Цю однорідність підтверджує і симетричність нормального розподілу $|A_s|/\sigma_{As}^*$, яке приймає значення менше 3, крім показника «рівень проходження профнавчання», значення $E = 3,6$.

Показник «навантаження безробітної молоді на одне вакантне місце» відтворює неоднорідну сукупність (коефіцієнт варіації $> 33,3$ %). У цьому випадку, поряд з аналізом показників варіації сукупності, необхідно провести оцінку її структури на основі центрів розподілу.

Показник «навантаження безробітної молоді на одне вакантне місце» характеризує соціальну напругу на молодіжному ринку праці України. Половина регіонів мають значення показника «навантаження на одне вакантне місце» – більше 32,2 безробітної молоді. Спостерігається значна варіація цього показника – від 6,7 % (Харківська область) до 173,5 % безробітної молоді на одне вакантне робоче місце (Донецька область). Коефіцієнт варіації (V/σ) дорівнює 166,8 %.

Аналіз вибраних статистичних показників функціонування молодіжного ринку праці бере початок з характеристики згрупованих за ними регіональних сукупностей, їх внутрішніх закономірностей: ступеня однорідності та особливостей структури.

Необхідно відмітити, що в досліджувану сукупність було включено 25 регіонів України: 24 області та місто Київ.

Після розгляду сукупності регіонів за показниками функціонування молодіжного ринку праці необхідно перейти до комплексного оцінювання структури та групування регіонів. В якості метода багатомірного групування регіонів за функціонуванням молодіжного ринку праці був використаний кластерний аналіз [1, 2].

При використанні процедур кластерного аналізу розчленування об'єктів сукупності на якісно однорідні групи здійснюється одночасно за великою кількістю ознак, але при виконанні умови, що жодна з ознак не виділяється за своєю значущістю. Особливістю кластерного аналізу є те, що різниця між одиницями, що входять до виділеної групи, незначна, а відмінності між групами суттєві.

З метою розподілу регіонів України на однорідні групи за функціонуванням ринку праці, було використано підхід, який заснований на матриці подібності та описаний Вардом [3]. Цей метод відрізняється від інших методів, оскільки використовуються

* Абсолютне відношення асиметрії до середньоквадратичного відхилення цього показника.

методи дисперсійного аналізу для оцінки відстаней між кластерами. Метод мінімізує суму квадратів для будь-яких двох (гіпотетичних) кластерів, які можуть бути сформовані на кожному кроці.

У задачах кластерного аналізу часто використовують Евклідову відстань, яка є найузагальнюючішою типовою відстанню. Вона представляє собою геометричну відстань у багатомірному просторі і дозволяє порівнювати близькість двох об'єктів за великою кількістю ознак.

Графічно процедуру кластеризації можна зобразити у вигляді дендрограми за умовами, що ця процедура оперує тільки з елементами матриці відстаней або подібності. У дендрограмі-дереві об'єкти розташовані горизонтально знизу, а результати кластеризації – зверху. Значення відстаней або подібностей, які відповідають побудові нових кластерів, зображуються на вертикальній прямій зліва [4].

Проте існує проблема у використанні статистичних даних при проведенні кластерного аналізу, які б характеризували функціонування молодіжного ринку праці в регіонах країни, тому що запропоновані показники вимірюються в неспівставних шкалах.

Неспівставність одиниць вимірювання і, як наслідок, неможливість обґрунтованого вираження значень різних показників в одному масштабі призводить до того, що величина проміжків між точками, які відображають положення об'єктів у просторі їх властивостей, починають залежати від довільно вибраного масштабу. Для того, щоб знищити неоднорідність вимірювання первинних даних, проведено їх стандартизацію. Вони нормуються за допомогою вираження через відношення значень показників до деяких величин, які відображають певні їх властивості.

На основі стандартизованих даних побудовано вертикальну дендрограму класифікації регіонів України за функціонуванням молодіжного ринку праці (рис. 1, табл. 3). З дендрограми видно, що за станом функціонуванням молодіжного ринку праці в регіонах країни існує супер-кластер і три кластери (А, Б, В).

В супер-кластер входять кластери Б і В, які об'єднують 17 регіонів України, кластер А об'єднує 8 областей. До кластеру Б входять: Чернігівська, Черкаська, Луганська, Закарпатська та Житомирська області. Кластер В об'єднує місто Київ, Київську, Харківську, Дніпропетровську, Херсонську, Одеську, Львівську, Полтавську, Миколаївську, Запорізьку, Хмельницьку та Вінницьку області.

Таблиця 3

ОДНОРІДНІ РЕГІОНАЛЬНІ ЗОНИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОЛОДІЖНОГО РИНКУ ПРАЦІ В УКРАЇНІ У 2016 Р. МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Показники	Кластери		
	А	Б	В
Кількість регіонів	8	5	12
Рівень економічної активності молоді, %	59,5	66,7	62,3
Рівень зайнятості молоді, %	49,3	55,8	55,2
Рівень безробіття молоді, %	17,1	16,3	11,5
Індекс реальної заробітної плати	1,078	1,114	1,089
Відсоток охоплення працівників трудовими договорами	81,1	82,0	74,1
Середня тривалість пошуку роботи, місяців	5,8	5,8	7,0
Навантаження на 1 робоче місце	50,8	55,5	31,1
Відсоток молоді, яка проходила профнавчання	12,9	10,9	15,1

На рис. 1 представлено однорідні регіональні зони за функціонуванням молодіжного ринку праці в Україні в 2016 р., виокремлено методами кластерного аналізу.

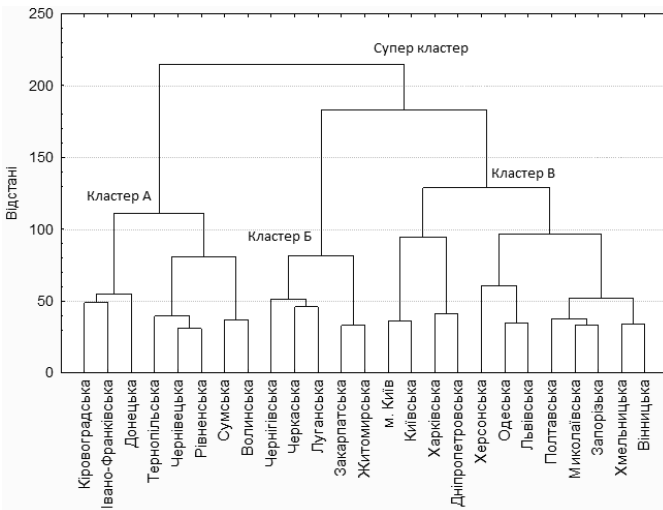


Рис. 1. Дендрограма регіонів України за функціонуванням молодіжного ринку праці у 2016 р.

Треба відмітити, що кластер А, до якого відносяться Кіровоградська, Івано-Франківська, Донецька, Тернопільська, Чернівецька, Рівненська, Сумська та Волинська області, характеризується значною соціальною напругою на ринку праці. Так, середній рівень зайнятості в цьому кластері найменший – 49,3 %, а навантаження на одне вільне робоче місце найбільше – 50,8 незайнятої молоді, причому максимальне значення цього показника складає 173,5 особу у віці від 15–35 років. Також зафіксовані у кластері А найменші відсотки проходження професійного навчання – 12,9 %. Середня тривалість незайнятості безробітної молоді в цьому кластері найменша – менше 5,8 місяців. Індекс середньої заробітної плати на 1 штатного працівника в цій регіональній зоні найменший – 1,078 (+7,8 %).



Рис. 2. Виокремлення однорідних регіональних зон функціонування молодіжного ринку праці в Україні у 2016 р. методом кластерного аналізу

Розглянуті характеристики функціонування молодіжного ринку праці в кластері А свідчать про неефективне використання людських ресурсів і соціальну напругу вказаних вище територій.

У порівнянні з кластером А інші регіональні зони знаходяться у сприятливіших умовах розвитку ринку праці. Так, кластер Б (Чернігівська, Черкаська, Луганська, Закарпатська та Житомир-

ська області) характеризується розвинутішим молодіжним ринком праці, ніж його функціонування в регіональній зоні А. Порівняно з кластером А, середній рівень зайнятості в кластері Б вищий на 13 %.

Що стосується кластеру В, то він характеризується наступним: рівень зайнятості 55,0 %, середня тривалість незайнятості безробітного населення 7 місяців, навантаження на одне вільне робоче місце складає 31 особу, відсоток молоді, що проходила профнавчання – 15 %.

Отримані характеристики однорідних регіональних зон за функціонуванням молодіжного ринку праці свідчать про однакові умови розвитку територій, що входять до їх складу і потребують ідентичних заходів, спрямованих на поліпшення ситуації на ринку праці, зменшення соціальної напруги, розвитку соціально-трудових відносин, вдосконалення механізмів підтримання зайнятості молоді.

Треба відмітити, що задачі багатовимірного групування вирішуються за допомогою методів кластерного аналізу, які дозволяють отримати групи об'єктів у просторі більшою розмірністю на основі критеріїв подібності. Результати кластерного аналізу дозволяють у подальшому віднести раніше невідомі об'єкти за їх ознаками до визначеної вже відомої групи, що дає змогу перейти до регулювання досліджуваних процесів.

Наступним етапом дослідження є рейтингове оцінювання регіонів, з точки зору функціонування молодіжного ринку праці. Для розрахунку інтегральної оцінки пропонуються всі вище названі показники, вибір яких обумовлений можливостями органів офіційної статистики. Для визначення інтегральної оцінки усі показники функціонування молодіжного ринку праці стандартизуються на основі того, що всі індивідуальні значення ознаки в сукупності співвідносилися з найкращими значеннями (більшим, якщо ознака «пряма» та зменшеним, якщо ознака «зворотня»).

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \text{ (пряма дія – стимулятори),}$$

$$z_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}} \text{ (зворотня дія – дестимулятори),}$$

де x_{ij} – значення i -го показника в j -му регіоні країни;

x_{\max}, x_{\min} – мінімальне та максимальне значення i -го показника.

Названі показники функціонування молодіжного ринку праці вважаються рівновагомими, тому розрахунок середньої з стандар-

ртизованих величин виконується за формулою середньої арифметичної простої:

$$\bar{p}_j = \frac{\sum_{i=1}^m z_{ij}}{m},$$

де m – кількість показників, z_{ij} – стандартизовані значення ознаки.

Значення отриманих рейтингових оцінок коливаються в межах від 0 до 1, що дозволяє оцінити стан окремого регіону, групи регіонів або значення «середнього регіону» стосовно до шкал виміру відносних відстаней [5].

У результаті проведених розрахунків у 2016 р. отримано інтегральну оцінку функціонування молодіжного ринку праці в кожному з 25 регіонів країни, у цілому в країні її величина складала 0,564.

Проаналізувавши характер варіації інтегральної оцінки в сукупності, виокремлено групи регіонів за функціонуванням молодіжного ринку праці, які представлено в табл. 3.

13 регіонів країни мають значення інтегральної оцінки нижче за середній рівень у країні ($\bar{p}_j \leq 0,564$). В інших 12 регіонах країни значення інтегральної оцінки більше її середнього рівня ($\bar{p}_j \geq 0,564$).

У групу лідерів потрапили Харківська, Херсонська, Львівська, Одеська, Закарпатська, Житомирська, Дніпропетровська, Луганська, Чернігівська, Черкаська, Кіровоградські області та м. Київ – значення рейтингової інтегральної оцінки в цих регіонах більше середнього рейтингового балу в Україні.

До групи «переслідувачів» відносяться Миколаївська, Київська, Івано-Франківська, Хмельницька та Вінницька області, рейтинговий бал за функціонуванням молодіжного ринку праці яких, трохи менше середньої рейтингової оцінки в країні (до 5,1%).

На рис. 3 представлено розподіл регіонів за рейтинговою оцінкою в країні в 2016 р.

Рейтингова оцінка регіонів України за функціонуванням молодіжного ринку праці зумовлена нерівномірністю розвитку окремих регіонів і своєрідністю умов, у яких вони функціонують. Це стосується всіх вищеназваних сфер життєдіяльності регіонів.

Три регіонів країни відноситься до основної групи (Запорізька, Сумська та Рівненська області), значення рейтингової оцінки яких відхиляється від середнього рейтингового балу на 0,054–0,083.

Таблиця 4

**РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА ФУНКЦІОНУВАННЯМ
МОЛОДІЖНОГО РИНКУ ПРАЦІ В 2016 Р.**

Регіони	Ранг регіонів за функціонуванням молодіжного ринку праці	Значення рейтингової оцінки	Відхилення від середнього значення рейтингової оцінки
Донецька	1	0,398	-0,166
Чернівецька	2	0,446	-0,118
Тернопільська	3	0,447	-0,117
Полтавська	4	0,480	-0,084
Волинська	5	0,481	-0,083
Рівненська	6	0,495	-0,069
Сумська	7	0,498	-0,066
Запорізька	8	0,510	-0,054
Вінницька	9	0,536	-0,029
Хмельницька	10	0,542	-0,022
Івано-Франківська	11	0,549	-0,015
Київська	12	0,555	-0,009
Миколаївська	13	0,562	-0,002
Кіровоградська	14	0,580	0,016
м. Київ	15	0,586	0,022
Черкаська	16	0,592	0,028
Чернігівська	17	0,598	0,034
Луганська	18	0,599	0,035
Дніпропетровська	19	0,616	0,052
Житомирська	20	0,633	0,069
Закарпатська	21	0,641	0,077
Одеська	22	0,652	0,088
Львівська	23	0,663	0,099
Херсонська	24	0,673	0,109
Харківська	25	0,769	0,205

До групи «аутсайтери» відносяться Волинська, Полтавська, Тернопільська, Чернівецька та Донецька області, рейтинговий бал за функціонуванням молодіжного ринку праці яких, значно менший від середньої рейтингової оцінки в країні (понад 20 %).

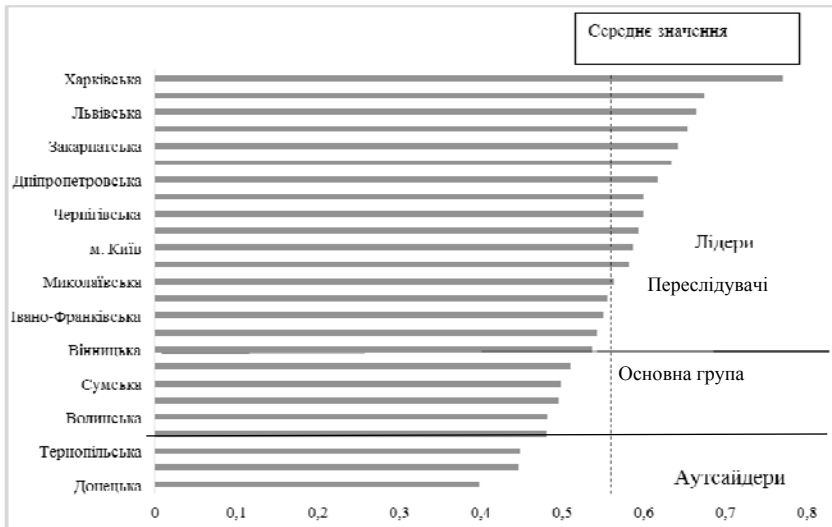


Рис. 3. Ранжування регіонів України за рейтинговим балом функціонування молодіжного ринку праці в 2016 р.

Висновок. Запропоновані етапи рейтингового оцінювання розвитку регіонів за функціонуванням молодіжного ринку праці дадуть змогу повніше і ретельніше охарактеризувати становище в регіонах. Крім того, для подальшого удосконалення функціонування регіональних ринків праці в Україні, такий підхід дасть змогу визначити механізми його регулювання на регіональному рівні з метою подолання структурних і територіальних диспропорцій. Активну державну політику сприяння зайнятості молоді в регіонах доцільно розмежувати з урахуванням відмінних елементів і причин виникнення існуючих диспропорцій, яка потребує диференційованого стратегічного підходу.

Узагальнення накопиченого практичного досвіду з проведення статистичного аналізу молодіжного ринку праці дозволяє зробити висновок про існування інваріантних елементів змісту оцінювання його функціонування. Це можуть бути:

- оцінювання стану, розвитку регіональних молодіжних ринків праці як частини національного;
- аналіз регіональних молодіжних ринків праці, виявлення особливостей їх розвитку, відмінностей функціонування;
- інтегральне оцінювання рівня функціонування молодіжного ринку праці в країні та її окремих регіонах.

Оцінювання рівнів функціонування молодіжного ринку праці дозволяє узагальнити в собі всю отриману в результаті статистичного аналізу інформацію про його стан, динаміку, варіацію, тенденцію розвитку в регіонах у формі інтегральних показників. Це дозволяє формувати різноманітні рейтингові системи, здійснювати порівняння, співставлення, виокремлювати ключові проблеми регіонального розвитку на молодіжному ринку праці.

Література

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Бараник З.П. Методичні підходи до оцінювання функціонування регіонів країни за станом соціально-економічного розвитку // Економіка та держава. – 2006. – №5. – С. 56–60.
3. Бараник З.П. Статистичне оцінювання функціонування ринку праці в регіонах України // Формування ринкової економіки: 36. наук. праць. – Т. 1. Ч. I. – К.: КНЕУ, 2007. – С. 30–43.
4. Онікієнко В.В., Ткаченко Л.Г., Ємельяненко Л.М. Розвиток ринку праці України: тенденції та перспективи. – К.: НАН України, 2007. – 285 с.
5. Ward J. H. Hierarchical grouping to optimize on objective function // JASA. – 1963. – Vol. 58. – P. 236–244.
6. Дюран Б., Оддел П. Кластерный анализ: Пер. с англ. Е. З. Демиденко / Под. ред. А. Я. Боярского. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.
7. Економічні есе. Розвиток регіонів України зусиллями влади, громадськості і бізнесу. – К.: Інститут реформ, 2004. – Вип. 17. – 127 с.

References

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Baranyk Z.P. Metodychni pidkhody do otsiniuvannya funktsionuvannya rehioniv krainy za stanom sotsialno-ekonomichnoho rozvytku // Ekonomika ta derzhava. – 2006. – №5. – S. 56–60.
3. Baranyk Z.P. Statystychno otsiniuvannya funktsionuvannya rynku pratsi v rehionakh Ukrainy // Formuvannya rynkovoi ekonomiky: Zb. nauk. prats. T. 1. Ch. I. – K.: KNEU, 2007. – S. 30–43.
4. Onikiienko V.V., Tkachenko L.H., Yemelianenko L.M. Rozvytok rynku pratsi Ukrainy: tendentsii ta perspektyvy. – K.: NAN Ukrainy, 2007. – 285 s.
5. Ward J. H. Hierarchical grouping to optimize on objective function // JASA. – 1963. – Vol. 58. – P. 236–244.
6. Dyuran B., Odell P. Klasternyi analiz: Per. s angl. E. Z. Demydenko / Pod. red. A. Ya. Boiarskoho. – M.: Statystyka, 1977. – 128 s.
7. Ekonomichni ese. Rozvytok rehioniv Ukrainy zusyilliamy vlady, hromadskosti i biznesu. – K.: Instytut reform, 2004. – Vyp. 17. – 127 s.

Коляда Ю.В. (Koliada Yu. V.), к.ф.-м.н., доц.,
Рожок Т.О. (Rozhok T. O.), аспірант, кафедра економіко-математичного моделювання, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ Й АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ФІРМИ НА ПІДґРУНТІ ДИНАМІЧНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МЕТОДІВ

COMPUTER SIMULATION AND ANALYSIS OF THE FIRM DEVELOPMENT ON THE BASIS OF THE DYNAMIC NON-LINEAR THREE-DIMENSIONAL MODEL AND OPTIMIZATION METHODS

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто динамічну нелінійну модель, що описує розвиток фірми в ринкових умовах у координатах "персонал – власний капітал – позиковий капітал". Запропоновано двохетапний алгоритм оптимізації параметрів моделі в контексті відтворення динаміки функціонування реальної фірми. Надано економічну інтерпретацію результатам проведеного кількісного і якісного аналізу отриманої комп'ютерної моделі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: економіко-математичне моделювання, економічна динаміка, система диференціальних рівнянь, фірма, методи оптимізації, кількісний аналіз, якісний аналіз.

АННОТАЦИЯ. В статье рассмотрена динамическая нелинейная модель, описывающая развитие фирмы в рыночных условиях в координатах "персонал – собственный капитал – заемный капитал". Предложен двухэтапный алгоритм оптимизации параметров модели в контексте воссоздания динамики функционирования реальной фирмы. Предоставлена экономическая интерпретация результатов проведенного количественного и качественного анализа полученной компьютерной модели.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономико-математическое моделирование, экономическая динамика, система дифференциальных уравнений, фирма, методы оптимизации, количественный анализ, качественный анализ.

ABSTRACT. A dynamic nonlinear model describing the development of a firm in the market economy conditions in the coordinate system "staff – amount of equity – amount of debt capital" is reviewed. The two-stage algorithm for finding the optimal values of the model's parameters is suggested. The economic interpretation of the results of the quantitative and qualitative analysis conducted on the basis of the obtained computational model is presented.

KEYWORDS: economic and mathematical modeling, economic dynamics, differential equations system, firm, optimization methods, quantitative analysis, qualitative analysis.

Постановка проблеми. Прийняття правильних управлінських рішень є першорядною умовою успішного розвитку будь-якої економічної системи. Особливо чутливою до керуючих дій є система на стадії трансформації. На перехідному етапі розвитку економічного суб'єкта вкрай важливим є формування таких умов господарювання, що в перспективі сприяють його переходу у фазу стабільного економічного зростання з високою стійкістю до негативних впливів зовнішнього середовища. З метою визначення коректних керівних впливів, здатних спрямувати розвиток економічної системи у необхідне русло, виникає потреба у детальному вивченні якісних станів функціонування суб'єктів господарювання та необхідних і достатніх умов переходу від одного стану до іншого.

Зазначене обумовлює нагальну потребу у створенні динамічних економіко-математичних моделей, на підґрунті яких можна з достатньою точністю описувати розвиток мікроекономічного суб'єкта, а також визначати перспективні режими його функціонування. З огляду на нелінійну природу будь-якої економічної системи безмежний потенціал для подібних досліджень становлять математичні моделі нелінійної економічної динаміки на базі систем диференціальних рівнянь. Моделі цього класу здатні відтворювати складну синергетичну природу соціальних систем при відносно простій математичній структурі, надаючи величезні можливості для проведення на їх підґрунті якісного та кількісного аналізу об'єкта дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом все більше науковців-економістів звертаються до досконалішого математичного інструментарію дослідження економічних систем – нелінійних динамічних моделей, – ніж лінійні регресійні моделі. Наприклад, у праці [1] розглядається динамічна модель цінової конкуренції фірм на ринку недосконалої конкуренції, у якій динаміка ціноутворення описується за допомогою різницевих рівнянь. У статті [2] розглядається задача максимізації прибутку монополістичної фірми на підґрунті трьох різних динамічних моделей, побудованих з використанням функції Кобба-Дугласа.

Аналіз діяльності мікроекономічних суб'єктів на підґрунті динамічних моделей є предметом дослідження і зарубіжних учених. Зокрема, у статті [3] пропонується динамічна модель для опису поведінки фірми в контексті вибору структури капіталу (співвідношення між власними і позиковими фінансовими засобами) залежно від її характеристик. У праці [4] досліджується кількісний вплив заходів з мінімізації мікроекономічного систем-

ного ризику на підґрунті динамічної моделі діяльності банків, що функціонують за рахунок як власних, так і позикових коштів. Таким чином, простежується значна увага сучасних дослідників до вирішення проблеми формування ефективної на тривалому часовому горизонті структури капіталу мікроекономічних агентів, що підкреслює актуальність цього питання.

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Зі збільшенням розмаїття математичних моделей нелінійної економічної динаміки, що дають змогу прогнозувати стан фірми у різних координатах і вирішувати різноманітні задачі оперативного та стратегічного характеру, залишається актуальною проблема визначення оптимальних значень параметрів динамічної моделі, які забезпечують найточніше відтворення показників еволюції досліджуваного об'єкта незалежно від обраної системи координат і математичного інструментарію опису моделі. Зазначена проблема є особливо нагальною при застосуванні моделей на базі систем диференціальних рівнянь.

Досі поширеним підходом до оптимізації параметрів є ручний підбір їх значень, що значно звужує сферу прикладного застосування моделей нелінійної економічної динаміки у порівнянні з лінійними економетричними моделями, для оптимізації яких уже давно практикуються ефективні з точки зору точності і трудових затрат методи, що легко піддаються автоматизації. З урахуванням зазначеного доцільними є розроблення і тестування підходів до математично обґрунтованого пошуку оптимальних значень параметрів моделей економічної динаміки на базі систем диференціальних рівнянь, що дають змогу ефективно скористатися обчислювальними потужностями сучасних технічних засобів.

Не відтіняючи, але доповнюючи важливість зазначеної проблеми, варто наголосити на актуальності проведення ґрунтовного якісного аналізу динамічних економіко-математичних моделей, зокрема, з використанням сучасних програмних засобів. Дослідження можливих якісних станів функціонування економічної системи та умов переходу від одного стану до іншого надає цілісніше уявлення про об'єкт дослідження, ніж у результаті проведення лише його кількісного аналізу. Таким чином, суттєвою науковою проблемою сучасності є розширення практики проведення якісного аналізу динамічних моделей з економічною інтерпретацією отриманих результатів.

Постановка завдання. Науково-дослідницьке завдання полягає у формалізації математичного інструментарію оптимізації параметрів динамічної моделі еволюції фірми в координатах «обсяг

власного капіталу – обсяг позикового капіталу – чисельність персоналу», а також його програмній реалізації. Передбачається застосування описаного інструментарію на прикладі формування комп'ютерної моделі реального суб'єкта господарювання, відтворення динаміки показників його функціонування та побудова середньострокового прогнозу. Окрім того, завдання включає проведення ґрунтовного якісного і кількісного аналізу отриманої комп'ютерної моделі фірми та надання економічної інтерпретації результатам обчислювального експерименту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглядається така модель функціонування фірми в ринкових умовах [5, с. 1124]:

$$\begin{cases} \dot{z} = -c_1 \cdot z + c_2 \cdot y + (c_2 \cdot c_3) / c_4 \cdot x \cdot y \\ \dot{y} = c_3 \cdot y - c_4 \cdot z + x - c_3 \cdot z \cdot x \\ \dot{x} = -c_5 \cdot x + c_6 \cdot y \end{cases}, \quad (1)$$

де z – чисельність персоналу; y – обсяг власного капіталу; x – обсяг позикового капіталу; $\dot{z}, \dot{y}, \dot{x}$ – похідні відповідних змінних по незалежній змінній часу t ; $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6 > 0$ – параметри моделі, що характеризують різні умови господарювання фірми.

З метою моделювання розвитку конкретної фірми на підґрунті системи (1) потребується використання таких значень параметрів $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6$ і початкових значень змінних x_0, y_0, z_0 , за яких розрахункова динаміка змінних максимально наближається доємпіричної. Для їх знаходження застосовується певний алгоритм оптимізації. Задача оптимізації ускладнена такими факторами, як нелінійна природа рівнянь у системі (1), їх розв'язання через числове інтегрування, а також велика кількість параметрів системи, що колосально знижує ефективність традиційних методів. Одним із можливих варіантів вирішення цієї проблеми є адаптивне використання модифікованих традиційних методів, що дає змогу зменшити вплив вищезазначених факторів на ефективність оптимізаційного процесу.

Розглянемо алгоритм оптимізації параметрів моделі (1), який можна умовно поділити на два етапи. Перший етап полягає у застосуванні методу повного перебору всіх комбінацій значень параметрів, де кожному з параметрів присвоюється штучно обме-

жена множина можливих значень (2). Хоча даний метод надає грубу оцінку і є неефективним з точки зору обчислювального навантаження, він легко реалізується і дає змогу скористатися апріорним знанням щодо моделі (ступінь її структурної стійкості, доцільний діапазон значень параметрів):

$$C^{(j)} = \{c_{\min}^{(j)}, c_{\min}^{(j)} + h^{(j)}, \dots, c_{\min}^{(j)} + (i-1) \cdot h^{(j)}, \dots, c_{\max}^{(j)}\}, \quad (2)$$

де $C^{(j)}$ – множина всіх можливих значень j -того параметра, впорядкована за зростанням, причому $\forall c_i^{(j)}, C_i^{(j)}, \in [C_{\min}^{(j)}, C_{\max}^{(j)}]$; $C_{\min}^{(j)}, C_{\max}^{(j)}$ – відповідно мінімальне та максимальне обмежувальні значення j -того параметра; $h^{(j)}$ – крок перебору j -того параметра; $i = \overline{1, n^{(j)}}$; $n^{(j)} = \left\lceil \frac{c_{\max}^{(j)} - c_{\min}^{(j)}}{h^{(j)}} \right\rceil + 1$ – кількість елементів у множині $C^{(j)}$; $j = \overline{1, n}$; p – кількість параметрів, що підлягають оптимізації.

Серед усіх можливих комбінацій значень параметрів із їх множин (2) обирається комбінація, для якої похибка (3) має бути мінімальною:

$$E = \sum_{i=1}^v \sum_{t=1}^T (Y_t^{(i)} - \tilde{Y}_t^{(i)})^2, \quad (3)$$

де E – величина похибки; $Y_t^{(j)}, \tilde{Y}_t^{(j)}$, – відповідно розрахункове і цільове (статистичне) значення i -тої змінної t -того рівня часового ряду; $v=3$ – кількість змінних моделі, T – кількість рядів спостереження.

Другий етап оптимізації передбачає застосування методу найменших квадратів (МНК) для уточнення оптимальних значень параметрів, за яких відхилення обчисленої динаміки від спостережуваної мінімізується. Враховуючи нелінійний характер динаміки змінних у системі (1), для досягнення найменшої похибки може потребуватися циклічне застосування МНК до проміжних результатів оптимізації. Окрім того, з метою уникнення хаотичних явищ у разі наближення обчислювальної матриці до однієї з точок її виродження доцільно скористатися модифікацією МНК (4), відомою як алгоритм Левенберга–Марквардта [6, с. 39]:

$$\Delta \theta = J^T (J \cdot J^T + \lambda^2 I)^{-1} e, \quad (4)$$

де $\Delta\theta$ – вектор-стовпчик розмірності $p \times 1$, що являє собою необхідну зміну параметрів системи з метою наближення до цільової

динаміки; $J = \{J_{ij}\} = \left\{ \begin{matrix} \frac{\partial e_i}{\partial \theta_j} \end{matrix} \right\}$ – матриця Якобі розмірності $m \times p$, що

характеризує величину зміни помилки e_i при нескінченно малій зміні значення параметра θ_j ; $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, p}$; $\lambda \geq 0$ – константа демпфування (параметр регуляризації), значення якої обирається емпірично і має бути якомога меншим, але достатньо великим, щоб подолати виродженість матриці $J \cdot J^T$; e – вектор-стовпчик розмірності $m \times 1$, що являє собою помилку по кожному із критеріїв оптимізації; m – кількість критеріїв оптимізації; p – кількість параметрів системи, що підлягають оптимізації.

Квадратична збіжність даного варіанту МНК була доведена у [7].

Множина параметрів системи (1), що підлягають оптимізації за допомогою МНК, позначається таким чином:

$$\theta_{k-1} = \{c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad c_4 \quad c_5 \quad c_6\}, \quad (5)$$

де θ_{k-1} – вектор-стовпчик параметрів моделі, що використовується для обчислень на k -ій ітерації МНК; $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6$ – значення відповідних параметрів моделі (1).

Значення скалярних компонентів вектору θ_0 , встановлюються згідно результатів першого етапу оптимізації – отриманих методом повного перебору значень параметрів, для яких похибка (3) виявилася найменшою. Починаючи з $k > 1$, для обчислень на k -тій ітерації МНК використовується вектор θ_{k-1} , отриманий після $(k-1)$ -тої ітерації за формулою:

$$\theta_k = \theta_{k-1} + \Delta\theta_k, \quad (6)$$

де $\Delta\theta_k$ – результат k -тої ітерації МНК, обчислений за формулою (4).

З метою зменшення обсягу обчислень при визначенні похибки e , що здійснюється за формулою (4), а також врахування методом найсуттєвіших властивостей динаміки системи виокремлено

ключові точки, в яких слід мінімізувати похибку. Замість агрегованого критерію на кшталт (3) для МНК було використано множину критеріїв, що являють собою квадрати відхилень у кожній з ключових точок системи:

$$e_i = (X_i - \tilde{X}_i)^2, \quad (7)$$

де e_i – i -тий елемент вектора помилок, $i = \overline{1, m}$; m – кількість ключових точок; X_i – розрахункове значення змінної моделі в i -тій ключовій точці, \tilde{X}_i – цільове (статистичне) значення змінної в i -тій ключовій точці.

Оскільки аналітичне обчислення похідних помилки e моделі (1) по кожному з її налаштовуваних параметрів θ_j є занадто складною математичною задачею, для знаходження елементів матриці Якобі $\{J_{ij}\} = \left\{ \frac{\partial e_i}{\partial \theta_j} \right\}$ використовується числовий метод обчислення частинних похідних. У такому випадку значення елементів матриці Якобі обчислюються за формулою:

$$\{J_{ij}\} = \frac{e_i(\theta_1, \dots, \theta_{j-1}, \theta_j + h, \theta_{j+1}, \dots, \theta_p) - e_i(\theta_1, \dots, \theta_p)}{h}, \quad (8)$$

де $\{J_{ij}\}$ – елемент матриці J , що знаходиться в i -тому рядку j -того стовпчика; $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, p}$; $e_i(\dots)$ – величина похибки в i -тій ключовій точці при заданих значеннях параметрів моделі (1); θ_j – значення параметра моделі (1), що оптимізується; h – крок обчислення похідної, величина якого має обиратися якомога меншою, але такою, щоб похибка комп'ютерного обчислення залишалася на прийнятному рівні; m – кількість ключових точок динаміки системи (1); $p = 6$ – кількість параметрів моделі (1), що підлягають оптимізації.

Як об'єкт комп'ютерного моделювання обрано фірму OraSure Technologies, Inc. (штаб-квартира у США, м. Бетлехем), яка займається випуском медичного обладнання [8]. У табл. 1 наведено статистичні дані за трьома показниками економічної діяльності OraSure Technologies. Обрання показників обумовлене семантичним значенням змінних економіко-математичної моделі (1).

Таблиця 1

**ПОКАЗНИКИ ДІЯЛЬНОСТІ ФІРМИ
“ORASURE TECHNOLOGIES, INC.” ЗА 1996–2016 РР.**

Період	Власний капітал	Позиковий капітал	Кількість працюючих
рік	тис. дол. США	тис. дол. США	чол.
1996	31676	8566	113
1997	17873	8105	130
1998	10701	10082	85
1999	18592	11659	83
2000	26172	11564	210
2001	26541	10744	221
2002	26019	9718	187
2003	73509	12642	171
2004	75577	12487	194
2005	118919	11828	233
2006	129504	27061	233
2007	140055	27298	282
2008	108325	23593	287
2009	103807	23184	280
2010	102843	19677	231
2011	100250	27612	308
2012	170315	21124	313
2013	161146	23099	293
2014	158701	30932	320
2015	159436	29885	326
2016	185850	22085	325

Джерело: [9]

Наведені статистичні дані потребують приведення до прийнятної для математичного моделювання форми, що узгоджується з якісними властивостями моделі (1), суттєвими в контексті її застосування. Згідно з результатами дослідження [5, с. 1126], до таких властивостей можна віднести: безрозмірність величин; відсутність трендової компоненти в динаміці змінних x та y ; опосередковане вираження досягнутого рівня показників обсягу позикового та власного капіталу через амплітуду коливань відповідно змінної x та y . Відповідний алгоритм оброблення статистичних даних відображений у формулах (9)–(19).

$$s_t^j = \frac{g_t^j}{m_t^j \cdot \text{rng} |g^{x+y}|}, \quad (9)$$

де s_t^j – значення безрозмірного часового ряду j -того показника за t -тий період; $j = \{ x, y \}$ – обсяги відповідно позикового та влас-

ного капіталу; g_t^j – значення безтрендового часового ряду j -того показника за t -тий період; m_t^j – значення масштабного часового ряду j -ого показника за t -тий період; $rng|g^{x+y}|$ – варіаційний розмах безтрендового обсягу пасивів.

$$s_t^z = \frac{d_t^z}{m_t^z \cdot rng d^z}, \quad (10)$$

де s_t^z – значення безрозмірного часового ряду чисельності персоналу за t -тий період; d_t^z – статистичне значення чисельності персоналу за t -тий період; m_t^z – значення масштабного часового ряду чисельності персоналу за t -тий період; $rng d^z$ – варіаційний розмах вихідної чисельності персоналу.

$$m_t^j = \frac{|d_t^j - f_t^j|}{f_t^j}, \quad (11)$$

де m_t^j – значення масштабного часового ряду j -ого показника за t -тий період; d_t^j – вихідне значення j -того показника за t -тий період; f_t^j – значення трендового часового ряду j -ого показника за t -тий період, $j = \{x, y\}$.

$$m_t^z = \frac{d_t^z}{\min d^z}, \quad (12)$$

де m_t^z – значення масштабного часового ряду чисельності персоналу за t -тий період; d_t^z – вихідне значення чисельності персоналу за t -тий період; $\min d^z$ – мінімальне значення вихідної чисельності персоналу.

$$\min|g^{x+y}| = \min_{t=1,n}|g_t^x + g_t^y|, \quad (13)$$

де $\min|g^{x+y}|$ – мінімальне абсолютне значення безтрендового обсягу пасивів; g_t^j – значення безтрендового часового ряду j -того показника за t -тий період; n – кількість розглядуваних часових періодів.

$$\max|g^{x+y}| = \max_{t=1,n}|g_t^x + g_t^y|, \quad (14)$$

де $\max|g^{x+y}|$ – максимальне абсолютне значення безтрендового обсягу пасивів; g_t^j – значення безтрендового часового ряду j -того показника за t -тий період; n – кількість розглядуваних часових періодів.

$$rng|g^{x+y}| = \max|g^{x+y}| - \min|g^{x+y}|, \quad (15)$$

де $rng|g^{x+y}|$ – абсолютний варіаційний розмах безтрендового обсягу пасивів.

$$g_t^j = d_t^j - f_t^j, \quad (16)$$

де g_t^j – значення безтрендового часового ряду j -того показника в t -тому періоді; $j = \{x, y\}$; d_t^j – значення вихідного часового ряду j -того показника в t -тому періоді; f_t^j – значення трендового часового ряду j -того показника в t -тому періоді.

$$\min d^z = \min_{t=1, n} d_t^z, \quad (17)$$

де $\min d^z$ – мінімальне значення вихідної чисельності персоналу; d_t^z – вихідне значення чисельності персоналу за t -тий період; n – кількість розглядуваних часових періодів.

$$\max d^z = \max_{t=1, n} d_t^z, \quad (18)$$

де $\max d^z$ – максимальне значення вихідної чисельності персоналу; d_t^z – вихідне значення чисельності персоналу за t -тий період; n – кількість розглядуваних часових періодів.

$$rng d^z = \max d^z - \min d^z, \quad (19)$$

де $rng d^z$ – варіаційний розмах вихідної чисельності персоналу.

На основі вихідних статистичних даних отримано безрозмірні часові ряди, значення рівнів яких обчислені: для обсягу власного капіталу та обсягу позикового капіталу – за формулою (9), для чисельності персоналу – за формулою (10). Отримані часові ряди подано у табл. 2, їх динаміку зображено на рис. 1.

Для числового інтегрування моделі (1) використано метод Бу-лірша-Штера, що придатний для застосування до жорстких систем диференціальних рівнянь завдяки високій робастності. Для початкової умови обрано перші рівні безрозмірних часових рядів відповідних показників: $x_0 = s_1^x = 0.161$, $y_0 = s_1^y = 0.117$, $z_0 = s_1^z = 0.633$. Інтервал інтегрування $t \in [0; 20]$ відповідає реальному періоду 1996–2016 рр. Комп’ютерна реалізація розглянутих математичних методів і моделей виконана у середовищі Matchad 14. Результатом застосування методу повного перебору до моделі (1) з метою мінімізації похибки (3) відносно реальних даних у безрозмірному виді є такі значення параметрів моделі: $c_1 = 0.01$, $c_2 = 0.16$, $c_3 = 0.78$, $c_4 = 0.24$, $c_5 = 1.00$, $c_6 = 0.94$.

Таблиця 2

**БЕЗРОЗМІРНІ НОРМАЛІЗОВАНІ ПОКАЗНИКИ ДІЯЛЬНОСТІ
«ORASURE TECHNOLOGIES, INC.» ЗА 1996–2016 РР.**

Період	Безрозмірний обсяг власного капіталу	Безрозмірний обсяг позикового капіталу	Безрозмірна чисельність персоналу
рік	–	–	–
1996	0.117	0.161	0.633
1997	0.306	-0.185	0.838
1998	-0.494	0.208	0.358
1999	-0.682	0.231	0.342
2000	-0.871	-0.254	2.187
2001	-1.059	-0.278	2.422
2002	-1.247	-0.301	1.734
2003	1.436	-0.324	1.450
2004	1.624	-0.347	1.866
2005	1.812	-0.371	2.692
2006	2.001	0.394	2.692
2007	2.189	0.417	3.943
2008	-2.378	0.440	4.084
2009	-2.566	0.464	3.887
2010	-2.754	-0.487	2.646
2011	-2.943	0.510	4.703
2012	3.131	-0.533	4.857
2013	3.319	-0.557	4.256
2014	-3.508	0.580	5.077
2015	-3.696	0.603	5.269
2016	3.884	-0.626	5.237

Джерело: розрахунки авторів на основі[9]

З метою уточнення оптимальних значень параметрів моделі (1) проведено одну ітерацію модифікованого МНК, формалізованого у формулах (4)–(8). Обчислення були виконані з використанням таких значень параметрів оптимізаційного алгоритму: $\lambda = 0.01$ – константа демпфування; $h = 0.05$ – крок обчислення частинних похідних. Як ключові точки для критерію оптимізації (7) обрано всі точки локального екстремуму кожного з трьох безрозмірних часових рядів, наведених у табл. 2, а також їх початкові та кінцеві рівні. У результаті було отримано такі значення параметрів: $c_1 = 0.006$, $c_2 = 0.149$, $c_3 = 0.790$, $c_4 = 0.240$, $c_5 = 1.012$, $c_6 = 0.938$. Підстановкою наведених значень у систему (1) отримано комп'ютерну модель (20), що описує розвиток фірми OraSure Technologies у системі координат «позиковий капітал – власний капітал – чисельність персоналу»:

$$\begin{cases} \dot{z} = -0.006 \cdot z + 0.149 \cdot y + 0.493 \cdot x \cdot y \\ \dot{y} = 0.79 \cdot (y - z \cdot x) - 0.24 \cdot z + x \\ \dot{x} = 0.938 \cdot y - 1.012 \cdot x \end{cases} \quad (20)$$

Числовим інтегруванням системи диференціальних рівнянь (20) на часовому проміжку $t \in [0; 23]$ отримано апроксимацію реальної динаміки ключових показників діяльності фірми OraSure Technologies за 1996–2016 рр., а також її прогнозовану динаміку на 2017–2019 рр., графічне зображення яких наведено на рис. 1. Для порівняльного аналізу на рис. 1 також ображено динаміку безрозмірних часових рядів, наведених у табл. 2. Окрім того, на рис. 2 наведено фазові портрети системи (20), на основі яких можна виконати ґрунтовніший якісний аналіз моделі.

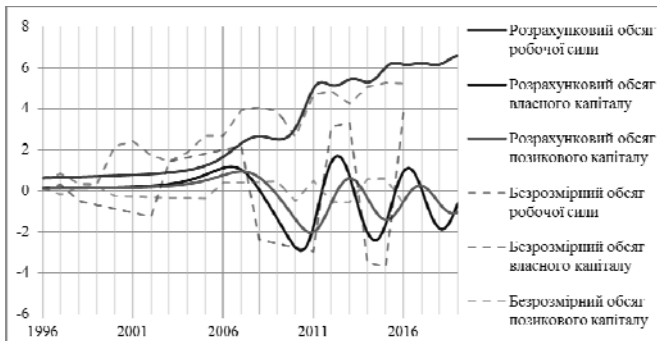


Рис. 1. Динаміка розрахункових і безрозмірних реальних показників розвитку OraSure Technologies за 1996–2019 рр.

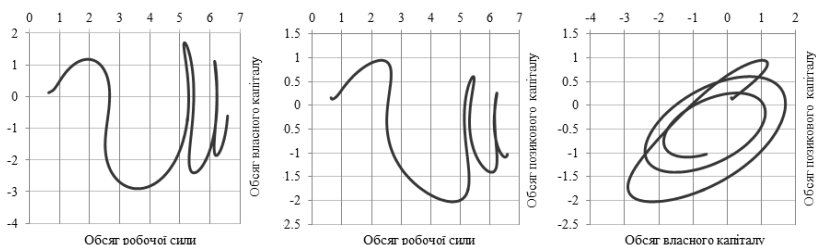


Рис. 2. Фазові портрети системи (20) на проміжку $t \in [0; 23]$

Як видно з рис. 1, модель (20) певною мірою відтворює реальну динаміку, але з певними застереженнями. По-перше, обчислені дані за 1996–2007 рр., що відповідає періоду становлення фірми, відображають плавний і повільний вихід економічного агента на належний йому рівень розвитку, тоді як реальні дані вказують на нестабільний і нерівномірний характер функціонування. По-друге, коливання обсягу позикового капіталу зміщені по фазі відносно коливань обсягу власного капіталу. По-третє, обчислена динаміка власного та позикового капіталу виражена у коливаннях зі спадною амплітудою, проте безрозмірні значення на основі реальних даних за 2014–2016 рр. свідчать, навпаки, про зростаючий характер коливань. Вказані відхилення обумовлені насамперед недосконалістю використаного підходу до оптимізації параметрів моделі (1). Втім, отримана комп'ютерна модель (20) відображає значний потенціал для дослідження на її підґрунті об'єкта моделювання, що і показано нижче.

У контексті проведення якісного аналізу у програмному середовищі Maple 15 було визначено особливі точки O_1 , O_2 , O_3 динамічної системи (1):

$$\begin{cases} O_1 = (0; 0; 0) \\ O_2 = \left(\frac{\omega - c_2 c_4 c_5}{c_2 c_3 c_5}, \frac{\omega - c_2 c_4 c_5}{c_2 c_3 c_6}, \frac{c_1 c_3 c_5 + c_1 c_6 - \omega}{c_1 c_3 c_6} \right) \\ O_3 = \left(\frac{-\omega - c_2 c_4 c_5}{c_2 c_3 c_5}, \frac{-\omega - c_2 c_4 c_5}{c_2 c_3 c_6}, \frac{c_1 c_3 c_5 + c_1 c_6 + \omega}{c_1 c_3 c_6} \right) \end{cases}, \quad (21)$$

де $\omega = \sqrt{c_1 c_2 c_3 c_4 c_5^2 + c_1 c_2 c_4 c_5 c_6}$.

Підстановкою оптимальних значень параметрів у вираз (21) отримано стаціонарні точки системи (20):

$$\begin{cases} O_1 = (0; 0; 0) \\ O_2 = (-0.1407437634; -0.1518472159; -2.023896843). \\ O_3 = (-0.4668511732; -0.5036816496; 6.713324928) \end{cases} \quad (22)$$

Наведені особливі точки є важливою характеристикою системи (20), оскільки вони ділять координатний простір на частини, у кожній з яких траєкторії системи підпорядковуються певним чітко визначеним закономірностям розвитку, тобто мають певний тип динаміки. Для уточнення типу динаміки, який формується під впливом стаціонарних точок системи, визначається тип кожної з них. Алгоритм дослідження стаціонарних точок описаний, зокрема, у [10, с. 184–186]. Відповідно до згаданого алгоритму, для системи (20) потрібно визначити характеристичні числа матриці Якобі, обчисленої для кожної з особливих точок (22). Узагальнено матриця Якобі системи (20) записується у такому виді:

$$J = \begin{pmatrix} -1.012 & 0.938 & 0 \\ -0.79z + 1 & 0.79 & -0.79x - 0.24 \\ 0.49y & 0.49x + 0.149 & -0.006 \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Характеристичне рівняння матриці (23), обчисленої в точці O_1 , має три дійсні корені (24). Згідно класифікації [10, с. 187], наведені характеристичні значення відповідають типу особливої точки «сідро другого порядку».

$$\begin{vmatrix} -1.012 - \lambda & 0.938 & 0 \\ 1 & 0.79 - \lambda & -0.24 \\ 0 & 0.149 & -0.006 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1^{(1)} = 0.01518495442 \\ \lambda_2^{(1)} = 1.186642967 \\ \lambda_3^{(1)} = -1.429827922 \end{cases}. \quad (24)$$

У другій особливій точці O_2 матриця Якобі має три дійсних характеристичних значення (25), з яких одне додатне і два від'ємні, що відповідає типу «сідро першого порядку».

$$\begin{cases} \lambda_1^{(2)} = 1.688567310 \\ \lambda_2^{(2)} = -0.005577283884. \\ \lambda_3^{(2)} = -1.910990026 \end{cases} \quad (25)$$

Нарешті, у третій точці O_3 характеристичні значення (26) матриці Якобі відображені одним дійсним від'ємним числом і двома комплексними спряженими числами з від'ємними дійсними частинами, що визначає дану рівноважну точку як «стійкий вузло-фокус». В околі впливу названої особливої точки траєкторія розвитку тривимірної системи має ознаки «стійкого фокусу» у двох з координатних вимірів та ознаки «стійкого вузлу» – у третьому вимірі:

$$\begin{cases} \lambda_1^{(3)} = -0.1048017877 + 1.798338659i \\ \lambda_2^{(3)} = -0.01839642467 \\ \lambda_3^{(3)} = -0.1048017877 - 1.798338659i \end{cases} \quad (26)$$

Для наочнішого представлення розглянутих особливих точок, а також їх впливу на динаміку системи (20) на рис. 3 наведено графік поля напрямків, що відображає напрям траєкторій системи у кожній точці координатного простору. З цього графіка видно, що у будь-якій точці, достатньо віддаленій від особливих точок за кожною з координат, траєкторія набуває одного й того ж виду: спіраль, що розкручується у вимірах y та z , повільно наближаючись до нуля у вимірі x . Згідно [10, с. 187], подібна динаміка формується під впливом рівноважної точки типу «сідло першого порядку», що відповідає особливій точці O_2 у розглядуваній системі.

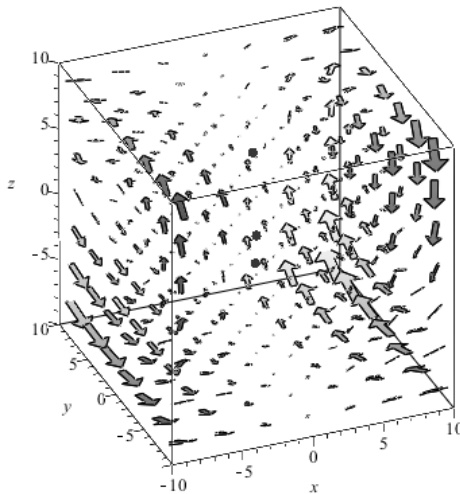


Рис. 3. Графік поля напрямків системи (20) у тривимірному просторі. Червоні точки відповідають особливим точкам системи

Таким чином, точка O_2 визначає глобальну динаміку системи (20), що спостерігається у будь-якій частині координатного простору, за винятком околу інших двох особливих точок. З економічної точки зору, названий тип динаміки означає накопичення власного капіталу (y) та збільшення персоналу (z) підприємства за рахунок активного споживання наявних кредитних засобів (x). Згідно [5, с. 124], згадана поведінка системи (1) співвідноситься з початковою стадією функціонування фірми, коли суб'єкт господарювання активно розширює обсяги виробництва і збуту, намагаючись зайняти якомога вигідніше місце на ринку.

З огляду на сказане, логічно припустити, що траєкторії, які описують функціонування економічно зрілої фірми, беруть свій початок саме в околі інших особливих точок – O_1 і O_3 . Проаналізувавши інтегральні криві і фазові портрети системи (20), зображені на рис. відповідно 1 і 2, можна помітити, що змодельована траєкторія розвитку OraSure Technologies на часовому проміжку $t > 13$ переходить під безпосередній вплив рівноважної точки O_3 , набуваючи типу динаміки «стійкий вузло-фокус» і маючи вид спіралі, що закручується у вимірах x та y навколо координат

нат $\begin{cases} x = -0.467 \\ y = -0.504 \end{cases}$ і водночас прямує до $z = 6.713$. На жаль, сімейство

цих траєкторій не відображено на рис. 3 через великий масштаб графіку. Утім, цілком очевидно, що в системі (20) динаміка економічно зрілої фірми визначається саме особливою точкою O_3 , причому система може спочатку знаходитися під впливом іншої стаціонарної точки і характеризуватися іншим типом динаміки, але надалі зазнати біфуркації і перейти до «зрілого» режиму функціонування. Ці міркування співпадають з висновками кількісного аналізу системи (1) у [5, с. 1124].

Згадана стадія «економічної зрілості» фірми, що описується третьою особливою точкою, не передбачає однозначно успішного функціонування економічного суб'єкта. Навпаки, ця стадія може виражатися як у поступовому економічному зростанні, так і спаді. У випадку з особливою точкою типу «стійкий вузло-фокус» спостерігається затухання коливань обсягів власного і позикового капіталу та фіксація чисельності персоналу, що згідно економічної інтерпретації моделі (1) означає саме економічний спад (фінансовий крах). Для формування ж динаміки економічного зростання ця особлива точка має бути нестійкою. Як уже

було наголошено, система (20) не зовсім точно відтворює реальну (безрозмірну) динаміку фірми OraSure Technologies, і однією з відмінностей змодельованої динаміки є саме затухаючі, а не зростаючі коливання змінних x та y .

Отже, результати комп'ютерного моделювання розвитку фірми OraSure Technologies вказують на перспективу економічного занепаду. Але враховуючи неточність використаного алгоритму оптимізації параметрів моделі (1) та відповідні наслідки отриманої похибки моделювання, доцільно стверджувати, що реальна динаміка розвитку розглядуваного економічного суб'єкта відповідає типу, який описує поступове економічне зростання – збільшення обсягу власного капіталу та чисельності персоналу.

Висновки. Використання розглянутого двох етапного алгоритму оптимізації забезпечує автоматизований пошук параметрів динамічної моделі розвитку фірми в координатах «власний капітал – позиковий капітал – персонал» у контексті відтворення цільової динаміки. Маючи суттєві з точки зору трудомісткості переваги над ручним налаштуванням параметрів моделі, цей підхід має і ряд недоліків, зокрема, великий обсяг обчислень при неабсолютній точності результатів, а також неврахування якісного стану реального об'єкта, що зумовлює потребу у подальшому вдосконаленні математично-програмного інструментарію оптимізації динамічних нелінійних моделей.

Список літератури

1. Орлова Е. В. Управление хаотической динамикой цен в модели ценовой конкуренции // *Автоматика и телемеханика*. – М.: НАУКА, 2017. – №1. – С. 19–34.
2. Аганин Ю. И. Оптимальное управление в динамических моделях монополии // *Вестник ГУУ*. – 2016. – №3. – С. 190–194.
3. Lazzati, N., Menichini, A. A. A Dynamic Model of the Firm // *Structural Explanations of Key Empirical Findings // Financial Review*. 2015. – Vol. 50. – N.3 – P. 341–361.
4. Gianni De Nicolò, Andrea Gamba, Marcella Lucchetta. Microprudential Regulation in a Dynamic Model of Banking // *The Review of Financial Studies*. – 2014. – Vol. 27. – No. 7. – P. 2097–2138.
5. Рожок Т. О. Моделювання динаміки функціонування фірми в умовах ринкової економіки // *Глобальні та національні проблеми економіки*, 2015. – № 5. – С. 1123–1128.
6. Buss, Samuel R., and Kim, Jin-Su. Selectively Damped Least Squares for Inverse Kinematics // *In Journal of Graphics Tools*. – 2015. – Vol. 10. – No. 3. – P. 37–49.

7. Витлинский В. В., Коляда Ю. В. Адаптация и регуляризация как способы снижения риска в моделировании нелинейных экономических процессов // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: тр. междунар. науч. школы МАБР, (Санкт-Петербург, 22–25 июня 2004 г.). Санкт-Петербург: ГОУВПО «СПбГУАП», 2004. – С. 265–267.

8. OraSure Technologies, Inc. URL: <http://www.orasure.com/> (Last accessed: 27.06.2017)

9. U. S. Securities and Exchange Commission. URL: <http://www.sec.gov/> (Last accessed: 27.06.2017)

10. Коляда Ю. В. Адаптивна парадигма моделювання економічної динаміки: монографія. – К.: КНЕУ, 2011. – 297 с.

References

1. Orlova E. V. Upravlenye khaotycheskoj dynamykoj tsen v modely tsenovoj konkurentsyy // Avtomatyka y telemekhanika. – Moskva: NAUKA, 2017. – №1. – S. 19–34.

2. Ahanyu Yu. Y. Optymal'noe upravlenye v dynamycheskykh modeliakh monopoly // Vestnyk HUU. – 2016. – №3. – S. 190–194.

3. Lazzati, N., Menichini, A. A. A Dynamic Model of the Firm // Structural Explanations of Key Empirical Findings. Financial Review. 2015. – Vol. 50. – N.3 – P. 341–361.

4. Gianni De Nicolò, Andrea Gamba, Marcella Lucchetta. Microprudential Regulation in a Dynamic Model of Banking // The Review of Financial Studies. – 2014. – Vol. 27. – No. 7. – P. 2097–2138.

5. Rozhok T. O. Modeliuvannia dynamiky funktsionuvannia firmy v umovakh rynkovoi ekonomiky. Hlobal'ni ta natsional'ni problemy ekonomiky, 2015. – № 5. – S. 1123–1128.

6. Buss, Samuel R., and Kim, Jin-Su. Selectively Damped Least Squares for Inverse Kinematics // In Journal of Graphics Tools. – 2015. – Vol. 10. – No. 3. – P. 37–49.

7. Vytlynskyj V. V., Koliada Yu. V. Adaptatsiya y rehuliryzatsiya kak sposoby snyzheniya ryska v modelyrovanny nelynejnykh ekonomycheskykh protsessov // Modelyrovanye y analiz bezopasnosti y ryska v slozhnykh systemakh: tr. mezhdunar. nauch. shkoly MABR, (Sankt-Peterburh, 22–25 yiunia 2004 h.). Sankt-Peterburh: HOUVPO "SPbHUAP", 2004. – S. 265–267

8. OraSure Technologies, Inc. URL: <http://www.orasure.com/> (Last accessed: 27.06.2017)

9. U. S. Securities and Exchange Commission. URL: <http://www.sec.gov/> (Last accessed: 27.06.2017)

10. Koliada Yu. V. Adaptivna paradyhma modeliuvannia ekonomichnoi dynamiky: monohrafiia. – К.: КНЕУ, 2011. – 297 с.

Краснюк М.Т., к.е.н., доц.,
Кустаровський О.Д., аспірант кафедри Інформаційних систем
в економіці Київського національного економічного університету
імені Вадима Гетьмана

Maxim Krasnyuk, PhD
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman,
Kyiv, Ukraine
Oleksandr Kustarovskiy, graduate student
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman,
Kyiv, Ukraine

ДОСЛІДЖЕННЯ, АДАПТАЦІЯ МЕТОДИК І ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ПІДПРИЄМСТВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ В ПОТОЧНИХ КРИЗОВИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

RESEARCH, ADAPTATION OF THE METHODS AND IMPROVEMENT OF THE MODELS OF FINANCIAL ANALYSIS OF TRANSPORT ENTERPRISES IN UKRAINIAN CURRENT CRISIS CONDITIONS

АНОТАЦІЯ: У статті, з урахуванням вітчизняної національної специфіки та галузевої специфіки транспортної галузі, критично проаналізовано не тільки основні групи методів фінансового аналізу (прогнозування банкрутства), але і детально діагностовано найпопулярніші відповідні моделі. З урахуванням згаданих результатів, проведено адаптацію рекомендованих методик і вдосконалення відповідних моделей фінансового аналізу для вітчизняних транспортно-експедиційних компаній, крім того, запропоновано методичні рекомендації щодо їх ефективного використання в поточних вітчизняних умовах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: транспортна галузь, криза, фінансовий аналіз, модель прогнозування банкрутства, методика фінансового аналізу, транспортно-експедиційна компанія.

ABSTRACT: In the article, taking into account national specifics and industry specifics of the transport industry, had been critically analysed not only the main groups of methods of financial analysis (bankruptcy forecasting), but also the most well-known relevant models had been diagnosed. Taking into account the aforementioned results, the adaptation of the corresponding methods and improvement of the corresponding models of financial analysis for domestic forwarding companies was made, in addition, the methodical recommendations for their effective use in the current domestic conditions were developed.

KEYWORDS: transport industry, crisis, financial analysis, bankruptcy forecasting model, financial analysis methodology, forwarding company.

Постановка проблеми та актуальність дослідження

Існуючий стан в Україні однозначно можна характеризувати як кризовий, адже починаючи з 2009 року в економіці спочатку намітилось скорочення обсягів виробництва та реалізації продукції, пізніше, у 2011–2012 рр. розпочався період стагнації виробництва, а в 2013–2016 рр. розвинулася системна політико-парамілітарно-економічна системна криза.

Саме тому антикризове управління (у транспортній галузі зокрема), має забезпечувати адекватну та системну мультимодальну реакцію на вищезгадані кризові явища, тобто тип і сила кризового чинника вимагає більшої або меншої “сили” реакції, що знаходить вираз у різних обсягах і векторах витрат (грошових, часових, людських, інформаційних ресурсів), а отже і у відповідних керуючих впливів.

Множина альтернативних конфігурацій антикризового управління $AM = (am1, am2, \dots aml)b$ являє собою множину l можливих альтернатив конфігурування багаторівневої системи антикризових заходів для вітчизняного транспортно-експедиційного підприємства з урахуванням результатів аналізу/прогнозування фінансового стану підприємства щодо ймовірності банкрутства/його фінансової стабільності та відповідного цільового дискретного рішення акціонерів/власників (b):

- банкрутство транспортно-експедиційної компанії;
- офіційна ліквідація компанії;
- ефективний продаж компанії новим власником;
- легальне виведення ліквідних активів та формальний продаж/перереєстрація компанії;
- оздоровлення та реорганізація компанії з метою продовження подальшої роботи без її репрофілювання.

Отже, враховуючи національну, макроекономічну, галузеву специфіку задачі реінжинірингу вітчизняних транспортно-експедиційних компаній в умовах кризи, є актуальним критично проаналізувати основні методи фінансової аналізу (надалі – ФА) (прогнозування банкрутства) з метою їх адаптації до актуальних умов функціонування українських транспортно-експедиційних компаній (надалі ТЕК) і, відповідно, для розробки ітеративної сценарної методики їх ефективного використання.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.

Основним інструментом оцінки фінансового стану (у подальшому – ФС) організації служить фінансовий аналіз, за допомогою якого можна об'єктивно оцінити внутрішні і зовнішні відно-

сини аналізованого об'єкта: охарактеризувати його платоспроможність, ефективність і прибутковість діяльності, перспективи розвитку, а потім по його результатам прийняти обґрунтовані бізнес-рішення.

Головним завданням фінансового аналізу є зниження неминучої невизначеності, пов'язаної з прийняттям економічних рішень, орієнтованих у майбутнє. Тому фінансовий аналіз, як і будь-який інший складний процес, повинен мати свою технологію: послідовність кроків, спрямованих на виявлення причин погіршення стану організації та важелів її оптимізації.

Поняття фінансової стійкості є складним і багатофакторним, воно обумовлене економічним середовищем підприємства, результатами його функціонування, здатністю адекватно реагувати на передбачувані та форс-мажорні зміни внутрішніх і зовнішніх факторів [1].

У теорії виділяють чотири типи фінансової стійкості [2]:

- 1) абсолютна стійкість – власні оборотні засоби повністю забезпечують запаси підприємства;
- 2) нормальна стійкість – запаси забезпечені власними оборотними засобами та довгостроковими зобов'язаннями;
- 3) нестабільний (передкризовий) фінансовий стан – запаси забезпечуються за рахунок всіх основних джерел їх формування;
- 4) кризовий фінансовий стан – запаси не забезпечуються всіма основними джерелами їх формування і підприємство знаходиться на межі банкрутства.

Вітчизняні компанії, в т.ч. у сфері транспорту, вже четвертий рік працюють в умовах підвищених глобальних, національних і галузевих ризиків. Ситуація ускладнюється тим, що багато методів порівняльного аналізу фінансового стану, що застосовуються в західних країнах, орієнтовані на прозоріші та стабільніші ринкові умови.

У зв'язку з цим робиться висновок про те, що для українських підприємств у сучасній економічній ситуації актуальним стає питання оптимізації та адаптації методів порівняльного аналізу фінансового стану підприємства, що враховували специфіку загальнонаціональних макроекономічних умов, специфіку галузі та регіону діяльності.

При цьому, необхідно додатково відзначити, що кожен господарюючий суб'єкт має свою точку зору і мету при проведенні аналізу фінансового стану. Тому, особлива роль у цьому питанні відводиться керівництву та акціонерам підприємства, які застосовують результати фінансової аналізу при обґрунтуванні планів,

прийнятті управлінських рішень, розробці економічних стратегій на середньострокову та довгострокову перспективи.

У складі більшості методологій аналізу фінансового стану виділяють такі макроструктури:

- майновий стан підприємства;
- ступінь підприємницьких ризиків;
- достатність капіталу для поточної діяльності та довгострокових інвестицій, потреба в додаткових джерелах фінансування, спроможність до нарощування капіталу, раціональність залучення запозичених коштів;
- обґрунтованість політики розподілу та використання прибутку.

Весь спектр існуючих методик фінансової аналізу (прогнозування банкрутства) можна умовно розділити на п'ять груп (по мірі зростання складності та потужності економіко-математичної складової): трансформаційні, якісні, коефіцієнтні, інтегральні та інтелектуальні методи.

Усі згадані методики оцінки фінансової стійкості підприємства мають свої недоліки і переваги. Тому сьогодні постає важливе питання про розробку такої комплексної багаступінчастої методики ФА, яка б давала чітке уявлення про наявний фінансовий стан підприємства, вимагала мінімуму загальнодоступної інформації, всебічно висвітлювала б діяльність підприємства і могла б бути підставою для вироблення рекомендацій щодо подальшого підвищення його фінансової стійкості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та виділення частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

Дослідження антикризового управління достатньо змістовно викладено в роботах Вороніної О.С., Воєнної К.І., Гавриленка Т.В., Ковальчука Н.О., Кравчука Л.С., Павлюка А.О., Прядуна Є.А., Фучеджи В.І., проте не розкрито питання ефективного вибору, адаптації та сценарного використання моделей ФА в рамках діагностичного етапу перед формуванням комплексної антикризової стратегії (для ТЕК, зокрема).

Слід також відзначити результати досліджень Жданова В.Ю., Любушина Н.П., Петрова А.Н., Свиридової Н.В., Федорова С.А., Чакша В.Ю. щодо аналізу ефективності певних окремих методик ФА та моделей прогнозування банкрутства, який, проте, проводився без урахування традиційної вітчизняної макроекономічної специфіки, стадії поточної кризи української економіки та галузевої специфіки транспортної галузі.

Новизна, методологічне або загальнонаукове значення, викладення основного матеріалу.

Проведемо системний критичний аналіз і вдосконалення обраних методик ФА з метою подальшої генерації власної ітеративної сценарної методики ФА, що буде враховувати вітчизняну галузеву специфіку ТЕК в умовах поточної макроекономічної української кризи.

Перша група методів фінансового аналізу – це прості, трансформаційні методики, що спрямовані на попереднє ознайомлення з фінансовою звітністю та її перетворення у зручніший для інтерпретації та для подальшого поглибленого аналізу (у т.ч. з використанням інтелектуальних методів розвідувального аналізу [3]) вид, а саме:

- агрегація статей, тобто зміна складу балансових статей;
- доповнення балансу показниками структури, динаміки та структурної динаміки;
- трансформація в специфічні корпоративні, галузеві форми звітності тощо.

Проведене таке попереднє ознайомлення зі звітністю підприємства дозволяє вивчати абсолютні величини та тенденції, зробити висновки про основні джерела залучення коштів, напрями їх вкладень, основні джерела отриманої прибутку, застосовні методи обліку та зміни в них, організаційну структуру підприємства тощо [4].

Інформація, отримана в ході трансформаційних методик, дає загальне уявлення про фінансовий стан підприємства, однак для прийняття управлінських рішень її явно недостатньо.

Згадані процедури трансформації звітності, що використовують офіційні індекси інфляції, офіційні курси іноземних валют та інші публічні індикативи - слугують, у першу чергу, для забезпечення порівнюваності даних різних облікових періодів, різних організаційних і функціональних суб'єктів аналізу.

Однак їх ефективність обмежує ряд факторів:

- рух коштів, як правило, відбувається нерівномірно протягом фінансового року компанії;
- реальні темпи інфляції зазвичай істотно розрізняються за окремими категоріями активів і навіть для різних видів активів у групі;
- офіційні валютні курси та крос-курси в умовах гострої макроекономічної кризи в умовах України, не завжди є адекватними та вчасними;
- оцінка активів, як показує практика, часто є доволі суб'єктивною, незважаючи на прийняті нормативні акти Міністерства юстиції;

- класичні прийоми трансформаційного аналізу зовсім не враховують динамічних ризиків економічної діяльності в галузі та/або регіоні, як показала практика останніх років.

Таким чином, блок трансформаційних методів носить дескриптивний характер і не може розглядатися як базовий інструментарій оцінки фінансового стану підприємства, а лише як попередній, розвідувальний, пілотний експрес-аналіз.

Друга група методів ФА – якісні методи оцінки фінансового стану, які підрозділяються на методикау вертикального, горизонтального аналізу, факторного аналізу, аналізу ліквідності балансу, SWOT-аналізу та ін.

Вертикальний (структурний) аналіз дає уявлення про структуру загальних фінансових показників з виявленням впливу кожної позиції на результат. Даний метод фінансового аналізу застосовується для вивчення структури балансу шляхом розрахунку питомої ваги окремих статей балансу в загальному результаті або в розрізі основних груп статей. Важливим моментом вертикального аналізу є представлення структури показників у динаміці, що дозволяє стежити та прогнозувати структурні зміни у складі активів і пасивів балансу. Використання відносних показників стримує інфляційні процеси. Проте виключно за допомогою вертикального аналізу однозначно і детально інтерпретувати структуру офіційної фінансової звітності з метою отримання прогнозу можливого банкрутства фактично некоректно. Зокрема, аналізувати структуру коштів підприємства щодо якогось єдиного та універсального нормативу в принципі неефективно, тому що специфіка діяльності та управління компанії (навіть у рамках однієї галузі при різниці в технологічних процесах) неминуче має вплив на структуру активів і зобов'язань. Наприклад, порівняння із середньогалузевими показниками може лише показати, що показники підприємства відхиляються від середніх, без оцінки тривалості та темпу тенденції. А використання еталонної компанії для фінансового аналізу також стикається з обмеженнями, так як значні флуктуації у структурі фінансовій звітності можуть бути викликані суб'єктивним стилем менеджменту та/або схильністю до ризикованих операцій з боку керівництва/акціонерів.

На основі горизонтального аналізу дається оцінка змін основних показників бухгалтерської (фінансової) звітності (як правило Балансу), зокрема абсолютні показники доповнюються відносними, як правило, темпами зростання або зниження. Горизонтальний аналіз є недостатньо універсальним інструментом для прогнозування банкрутства компанії через такі причини:

- зміни, що відбулися характеризують дії минулих періодів, і відсутні підстави вважати, що подібні тенденції зберігаються і в майбутньому;

- не маючи додаткових даних аналітичного обліку. субрахунків, неможливо однозначно інтерпретувати розглянуті зміни (абсолютні та відносні);

- деякі результуючі показники фінансової звітності обумовлені настільки значним числом факторів, у тому числі зовнішніх, як економічних, так і політичних, що прогнозувати їх на основі аналізу попередньої динаміки практично неможливо;

- оцінити динаміку ефективності компанії за даними офіційної фінансової звітності в українських умовах – фактично неможливо;

- деякі показники неефективно порівнюються через інфляційний вплив та через можливу наявність від'ємних статей балансу чи/та Ф2.

Трендовий аналіз – це розвиток горизонтального аналізу, він використовується в тих випадках, коли порівняння показників виконується більше ніж за три роки. При цьому довгострокові порівняння звичайно проводяться з використанням індексів. Кожна позиція звітності порівнюється з рядом попередніх періодів для визначення тренда. Тренд – основна тенденція показника. Розрахунок серії індексних чисел вимагає вибору базового року для всіх показників. Оскільки основний рік буде виступати основою для всіх порівнянь, краще всього вибрати рік, який у сенсі підприємницьких умов є самим нормальним або типовим. При використанні індексних чисел процентні зміни можуть трактуватися тільки в порівнянні з основним роком. Отже, основні недоліки горизонтального аналізу фактично посилюються в трендовому.

Аналіз ліквідності балансу як метод фінансового прогнозування за даними публічної офіційної фінансової звітності в умовах України, призводить до не повністю адекватних результатів, так як реальні строки покриття зобов'язань і реальної ліквідності активів можуть значно змінюватися навіть у межах однієї балансової статті.

Ще одним з інструментів фінансової аналізу є розрахунок потоку грошових коштів: дозволяє оцінити екстремуми потреб підприємства в коштах і його здатність генерувати достатньо грошових коштів для погашення короткострокової заборгованості протягом операційного циклу; дозволяє визначити, яка є короткострокова та довгострокова потреба в додаткових коштах. Однак, як правило, дані в форму заносяться фінансистами виходячи із досвіду та не мають чіткої формалізації, зокрема, часто

формують три варіанти такого прогнозу (песимістичний, зважений та оптимістичний прогнози).

Ще одним доволі потужним інструментом, що може застосовуватися у фінансовому аналізі, є факторний аналіз. Сутність методів факторного аналізу полягає в переході від опису деякої множини досліджуваних об'єктів, заданої великим набором непрямих безпосередньо вимірюваних ознак, до їх опису меншим числом максимально інформативних глибинних змінних, що відображають найбільш істотні властивості явища. Однак, цей вид аналізу має значні методологічні обмеження для використання у прогнозуванні банкрутства. Це пояснюється тим, що крім простих і прямих причинно-наслідкових зв'язків, в економіці, як правило, між економічними явищами зв'язки значно складніші, мають зворотній характер, часовий лаг і кумулятивний ефект. Саме тому факторний аналіз радше використовується в соціальних, психологічних, демографічних дослідженнях.

Одним з популярних методів аналізу внутрішнього стану підприємства, обліку небезпек і можливостей у зовнішньому середовищі є SWOT-аналіз. Перевага використання SWOT-аналізу полягає в тому, що він дозволяє оцінити зовнішнє та внутрішнє середовище, в якому функціонує підприємство. Як правило, SWOT-аналіз застосовується в стратегічному плануванні для оцінки ефективності діючої стратегії підприємства. Один з основних недоліків SWOT-аналізу полягає у його суб'єктивних оцінках і важкій формалізації за кількісними показниками.

Отже, можна зробити висновок, що можливості перерахованих якісних методів значно обмежені при значній і непрогнозованій інфляції, значному впливі на економічне середовище зовнішніх макрофакторів нестабільності, можливості "інсайдерських" впливів, наявності "тіньової" складової господарської діяльності суб'єктів підприємництва.

Коефіцієнтний аналіз є третьою групою методик ФА, і наразі, є одним з найпоширеніших у фінансово-аналітичній практиці інструментів оцінки фінансового стану.

При аналізі ефективності коефіцієнтного аналізу фінансового стану ТЕК слід враховувати класифікацію показників, яка націлена, в першу чергу, інтереси акціонерів і зовнішніх користувачів офіційної інформації:

- 1) показники, що цікавлять потенційних інвесторів, засновників, акціонерів;
- 2) показники, що цікавлять банки-кредитори;
- 3) показники, що цікавлять партнерів та контрагентів;

4) показники, що цікавлять державні податкові органи, регіональні та федеральні органи влади, що приймають рішення щодо розробки фінансової політики.

Схильність до деталізації фінансової аналітики обумовила розробку, розрахунок і регулярне використання явно зайвої кількості фінансових коефіцієнтів, тим більше, що більшість з них знаходиться у функціональній залежності між собою.

Значна кількість класичних показників і їх похідних, які застосовуються для оцінки фінансової стійкості підприємств, заважають системності та упорядкування методики діагностики фінансового стану підприємства, а отже, і складності встановлення справжніх кризових причин та утруднення прийняття вчасних та адекватних управлінських рішень. Адже успішне та результативне використання доречного набору фінансових коефіцієнтів багато в чому визначається не математичною змогою провести розрахунки, а здатністю розуміти використовувану вхідну інформацію та вміння аналітично інтерпретувати отримані результати розрахунків.

Всю сукупність використовуваних фінансових коефіцієнтів можна розділити на абсолютні та відносні. В умовах високої інфляції використовувати для аналізу абсолютні показники не є доцільним.

Треба відмітити, що більшість актуальних коефіцієнтних методик ФА передбачає ті чи інші елементи якісного аналізу, тобто більшість популярних багатовісних коефіцієнтних методик ФА передбачають гібридне використання як коефіцієнтів і залучення якісних підходів до ФА (особливо на початкових етапах аналізу) [5].

Отже, підсумовуючи наведені результати, аналізуючи різні методи коефіцієнтного аналізу фінансової стійкості за допомогою відносних показників, можна стверджувати, що майже всі мають недоліки:

- невизначеність/неоднозначність граничних значень багатьох коефіцієнтів (наприклад, однозначних та універсальних обґрунтованих нормативів співвідношення залучених і власних коштів фактично немає, адже обов'язково треба враховувати національну та особливо галузеву специфіку. В тих галузях, де повільно обертається капітал і висока доля необоротних активів (будівництво), коефіцієнт фінансового левериджу не може бути високим, проте в інших галузях (транспорт), де оборотність капіталу висока і доля основного капіталу порівняно низька, цей коефіцієнт може бути значно вищим);

- існуючі коефіцієнтні методики, що використовуються для оцінки фінансового стану підприємств, з одного боку, охоплюють далеко не всі сторони діяльності господарюючого суб'єкта (див. таблицю порівняння коефіцієнтних методик); з іншого – деякі методики практично не відрізняються і дублюють одна одну;

- множинність існуючих наборів коефіцієнтів і практична відсутність об'єктивних і формалізованих механізмів інтерпретації значень показників, а отже і суб'єктивність отримання остаточних висновків і рекомендацій.

Перераховані особливості застосування відносних показників у черговий раз обумовлюють необхідність пошуку багатостанового, адаптованого до вітчизняних реалій, ітеративного та комплексного підходу до оцінки фінансової стійкості українських транспортно-експедиційних компаній.

Наступною групою методи ФА є інтегральні методики оцінки фінансового стану, вони припускають синтезування фінансових індикаторів у комплексні конструкції за наступними напрямками: зведені рейтингові (скорингові) моделі, побудова моделей множинного дискримінантного аналізу (MDA-моделі) і моделей, побудованих на основі логістичної регресії (logit-моделі). Основна мета цих моделей полягає в тому, щоб на основі вимірювання різних фінансових коефіцієнтів підприємства розрахувати інтегральний показник, на основі якого генерувати прогноз.

Рейтингові (бальні, скорингові) моделі є ефективним засобом фінансового моніторингу діяльності підприємств. Відмітна особливість рейтингових моделей полягає в тому, що зведені показники на основі фінансових коефіцієнтах виходять або за допомогою математичних операцій, і / або задаються експертнами. Вперше скорингова методика була запропонована американським економістом Д. Дюраном на початку 1940-х років. Суть цієї методики полягає в класифікації підприємств на класи за ступенем ризику банкрутства виходячи з фактичного рівня показників фінансової стійкості і рейтингу кожного показника, вираженого в балах на основі експертних оцінок.

Слід зауважити, що в даний час застосовуються рейтингові системи оцінки фінансового стану підприємства двох видів.

Перший вид передбачає класифікацію підприємств на кілька груп, межі яких заздалегідь встановлені аналітиками і експертами. Для застосування цієї методики досить бухгалтерської звітності від одного підприємства. До даного типу можна віднести методики Дюрана, Бівера, Донцової, Нікіфорової, метод Аргенті (А-рахунок).

Другий тип методик визначення рейтингу підприємства базується на порівнянні фінансових коефіцієнтів з еталонним підприємством. Роль еталона виконує фірма, у якій є найкращі результати з усієї вибірки досліджуваних підприємств. Сюди можна віднести методики Кукуніної І.Г., Шеремета А.Д.

В літературі згадується такі параметри оптимальної (ідеальної) ТЕК для прогнозування фінансового стану компанії в умовах кризи [6]:

- запаси забезпечені власними обіговими коштами не менше ніж на 80 %;
- не менше половини майна підприємства сформована за рахунок власних коштів;
- ліквідні активи не менше ніж у два рази перевищують поточні зобов'язання підприємства;
- рентабельність власного капіталу перевищує процентну ставку за депозитними вкладями підприємств у банку;
- підприємство направляє на розвиток не менше 90 % чистого прибутку.

Однак, враховуючи вітчизняну макроекономічну та галузеву специфіку, особливості поточної макрокризи, ці параметри мають бути значно змінені, зокрема, при стратегічному прогнозуванні, пропонується:

- виключити з переліку показники ліквідності (специфіка роботи на ринку транспортних перевезень з великими замовниками заздалегідь передбачає значний касовий розрив, який, як правило, погашається або кредитними коштами або власним капіталом (через внесок у статутний фонд або фін допомогу акціонерів);
- враховуючи наведене, ввести та унормувати коефіцієнт забезпеченості кредитів прибутком і коефіцієнт покриття відсотків;
- замінити існуючі в моделі еталонного транспортного підприємства показники рентабельності на рентабельність власного та запозиченого капіталу;
- замінити існуючі в моделі еталонного транспортного підприємства показники обертає мості на тривалість обороту інвестованого капіталу та коефіцієнт обертає мості оборотного капіталу.

Отже, узагальнимо основні недоліки рейтингових методів:

1) який-небудь з показників одного з аналізованих підприємств (наприклад, завдяки інсайдерських операцій, недобросовісної конкуренції або недостовірної звітності) може бути на порядки вище обрахованого на великій вибірці умовно-еталонного значення, що дуже ускладнює порівняльний аналіз і призводить до кумулятивного накопичення помилки в подальшому;

2) найчастіше споживача інформації цікавлять ліквідність, платоспроможність, рентабельність або оборотність підприємства. Рейтинг конкретно цього не виділяє, а дає лише загальну оцінку, тобто місце підприємства в загальному списку. Рейтинг може нівелювати конкретні особливості діяльності розглядаемого підприємства.

Проаналізуємо групу методик, що відносяться до математико-статистичного аналізу та поділяються:

- моделі, побудовані на основі мультиплікативного дискримінантного аналізу (Multiple-discriminant analysis - MDA) [7];
- моделі, побудовані на основі регресійного логістичного аналізу (logit-моделі) [8];
- моделі, побудовані на основі регресійного гаусівського аналізу (probit-моделі).

Усі вони ґрунтуються на побудові багатфакторних кореляційних моделей для формування відповідного цільового показника і передбачають наступні взаємопов'язані етапи:

1) виходячи із мети аналізу, макроекономічної та галузевої специфіки – формулювання власної цільової змінної або вибір із існуючих фінансових показників/коефіцієнтів. Розробка шкали значень цільової змінної для подальшої інтерпретації майбутньої моделі;

2) відбір факторіальних показників (факторів-аргументів), які імовірно мають кореляційний зв'язок з обраним цільовим функціональним показником;

3) вибір і обґрунтування типу поверхні регресії, тобто визначення форми зв'язку функціонального і факторіальних показників;

4) формування вибірки підприємств згідно цільової шкали (у відповідності з обраною методикою) та первинна обробка даних для навчання моделі;

5) розраховуються передбачені методикою фінансові коефіцієнти для обох груп;

6) за допомогою інструментарію множинного дискримінантного аналізу або логістичної регресії формується рівняння з ваговими коефіцієнтами для кожного вхідного параметру, та цільовою змінною для подальшого використання у прогнозі банкрутства;

7) перевіряється адекватність і значущість побудованої моделі.

Як підсумок, по наведеній вище таблиці, можна стверджувати, що всі розглянуті MDA-моделі відрізняють лише параметри ста-

тистичних вибірок, сформованих авторами моделей (обсяг, країна і кількість підприємств). Усі автори моделей (крім Фулмера та Конана/Голдера) звертали занадто велику увагу на Продажі підприємства/Прибуток до оподаткування.

Тому, незважаючи на певну розповсюдженість таких моделей прогнозування банкрутства (головним чином на відповідних західних ринках та в академічній спільноті), ефективність їх використання в умовах української транспортної галузі є досить сумнівним, через такі фактори:

1) досвід застосування різних MDA моделей на одному і тому ж наборі даних дає суперечливі результати;

2) класичні MDA-моделі не враховують вітчизняну макроекономічну та галузеву специфіку (галузева специфіка значно впливає на структуру балансу компанії), а тим більше і вплив поточної макрокризи;

3) параметри класичних MDA-моделей сформовані на застарілих статистичних даних західних національних економік (як мінімум, не враховані на рівні відповідних країн вплив глобалізації, IT-економіки, міграції виробництва тощо);

4) існуючі західні класичні методики інтегральних показників зовсім не враховують об'єктивну вітчизняну бізнесову практику ведення бізнесу (наявність “тіньової” частини доходу, “креативний” аудит при складанні офіційної звітності, податкову оптимізацію в рамках холдингів тощо);

5) існуючі моделі не передбачають використання даних більше ніж за один рік (до уваги зовсім не береться зміна показників в динаміці за кілька років);

6) враховуючи надвелику увагу більшості класичних моделей до показників ліквідності та одночасно враховуючи вітчизняну макрокризу, при інтерпретації результатів моделювання, треба розуміти, що організація може бути неплатоспроможною на даний момент, однак це зовсім не означає її банкрутства, і, навіть, навпаки.

Враховуючи наведені складності, в останній час на заході спостерігається деякий спад використання MDA-моделей для оцінки ризику банкрутства підприємств, і все більша перевага віддається logit- і Probit-моделям. Проаналізуємо витоки цієї тенденції.

У моделях логістичної регресії, а також у Probit-моделях залежна змінна приймає фіксовані значення з деякого заздалегідь визначеного набору, тобто модельованого об'єкту приписується вибір між двома і більше можливими альтернативами [9].

Аналіз даних за допомогою даного способу в цілому схожий з методом аналізу умовної ймовірності. Різниця лише в тому, що залежна змінна від вектора змінних описується не лінійною, а логістичною функцією розподілу. У Logit-моделях не виникає проблем з однозначною інтерпретацією результуючого показника, який може приймати значення тільки в інтервалі від 0 до 1 і визначає номінальне значення ймовірності настання банкрутства. Тобто, у Logit-моделях при значенні цільової функції, що дорівнює 0,5, прийнято вважати, що у компанії рівні шанси стати банкрутом або успішною компанією; а чим ближче значення до 1, тим вище ймовірність банкрутства компанії, і навпаки.

Аналогічно використовуються й Probit-моделі, вони також є моделями бінарного вибору, однак на відміну від Logit-моделі в Probit-моделях використовується не логістична функція, а функція нормального (гаусівського) розподілу [10].

З метою прогнозування банкрутства доцільно використовувати Logit-аналіз, так як він має такі переваги в порівнянні з дискримінантним аналізом:

- однією з необхідних умов ефективного використання дискримінантної моделі є те, що дискримінантні змінні в кожній групі підкоряються багатовимірному нормальному закону розподілу, тобто лінійно-незалежні змінні представляють собою вибірку з багатовимірного нормального розподілу. Однак вітчизняна практика показала, що найчастіше, (особливо для схемних компаній, компаній, що навмисне доводяться до банкрутства або об'єктивно кризових транспортних компаній) умова підпорядкування дискримінантних змінних багатовимірному нормальному закону розподілу не дотримується;

- у дискримінантних моделях найчастіше є так звані зони невизначеності, при попаданні в які розрахованого рейтингового показника не можна зробити однозначний висновок про ймовірність банкрутства. У Logit-моделях такі зони відсутні;

- Logit-аналіз формалізує нелінійні залежності на відміну від дискримінантних моделей прогнозування банкрутства, що звертають увагу тільки на лінійну залежність ймовірності настання банкрутства від деяких факторів;

- Logit-аналіз дозволяє однозначно інтерпретувати результуючий показник ймовірності банкрутства на відміну від дискримінантних моделей, здатних давати лише якісну ступінь цієї ймовірності.

На базі викладених результатів дослідження національної, галузевої та кризової специфіки діяльності вітчизняних ТЕК, після

системного аналізу можливості застосування в українській транспортній галузі logit-моделей: Дж. Ольсона, Джу-Ха та Техонга, Жданова та моделі Хайдаршиної, пропонується використання удосконаленої logit-моделі Хайдаршиної, яка буде мати такі позначники:

K1 – фактор “віку” компанії. Приймає значення 0, за умови, що підприємство було створено понад 5 років тому, і значення 1 – якщо менше 10 років;

K2 – характеристика кредитної історії господарської діяльності компанії. У разі, якщо вона є позитивною, приймається значення 0, негативною – 1;

K3 – коефіцієнт поточної ліквідності;

K6 – облікова ставка НБУ;

K7 – характеристика діяльності підприємства з точки зору його регіональної приналежності. Приймає значення 0 – при знаходженні в Києві, Одесі, Львові, Дніпропетровську або Харкові і 1 – в інших регіонах;

K9 – рентабельність власного капіталу підприємства;

K10 – темп приросту власного капіталу компанії;

K11 – темп приросту активів компанії.

Остання група методик ФА включає інтелектуальні методи оцінки / прогнозу фінансового стану, які передбачають використання технологій машинного навчання, нейромережевих методів, нечіткої логіки, карт Коххонена, генетичних алгоритмів і еволюційного програмування для побудови кількісних моделей оцінки фінансового стану. Такі методики на основі машинного навчання (AI-моделі) дозволяють виявити та врахувати неявні закономірності за допомогою технологій DM за умови наявності представницької, якісної і достовірної навчальної вибірки.

Такі фінансові моделі, побудовані з використанням інтелектуальних технологій, ефективно працюють з нечіткими неповними і неточними даними, що особливо актуально в періоди макрокриз.

Однак, побудова (навчання) подібних моделей ускладнюється необхідністю збору і використання для машинного навчання великої вибірки реальних даних про повну операційну діяльність ТЕК (формалізовану в офіційній звітності і не тільки) на всіх фазах кризи, що в українських умовах частково тіньової економіки є проблемою.

Враховуючи викладене, авторами розроблено сценарно-ітеративну методику стратегічного фінансового аналізу ТЕК у кризових умовах. Концептуально вона викладена у табл. 1.

Таблиця 1

СЦЕНАРНО-ІТЕРАТИВНА МЕТОДИКА СТРАТЕГІЧНОГО ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ВІТЧИЗНЯНОЇ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОЇ КОМПАНІЇ В УМОВАХ КРИЗИ

Порядковий номер етапу	Рекомендований сценарний підхід до агрегації результатів та їх інтерпретації	Вхідна інформація для ФА	Пропонована методика/модель ФА	Результати виконання етапу ФА	Альтернативи для ОПР
1.	Не рекомендовано використовувати у соло-режимі	Офіційна фінансова звітність ТЕК за останні 2 роки	Проведення вертикального, горизонтального та трендового аналізів ФС ТЕК	Формалізовані результати застосування якісних методик ФА	Прийняття управлінського рішення щодо продовження ФА на етапі 3 або терміновий вихід з бізнесу ТЕК (формальний продаж ТЕК юридичній компанії)
2.	1+2	Офіційна фінансова звітність ТЕК за останні 5 років; Управлінська внутрішня звітність ТЕК за останні 5 років	Застосування коефіцієнтної методики Єфімової для ФА ТЕК; Застосування коефіцієнтної методики Ковальова для ФА ТЕК	Формалізовані результати застосування коефіцієнтної методики ФА	
3.	2+3	Офіційна фінансова звітність ТЕК за весь період діяльності; Управлінська внутрішня звітність ТЕК (та, по можливості, компаній-партнерів); Модифіковані показники еталонного підприємства (з урахуванням вітчизняної галузевої та регіональної специфіки)	Застосування модифікованої методики порівняльної рейтингової оцінки Шеремета, Сайфуліна та Негашева для ТЕК	Формалізовані результати застосування рейтингової методики ФА	Прийняття управлінського рішення щодо продовження ФА на етапі 4 або вихід з бізнесу ТЕК (легальне виведення ліквідних активів та формальний продаж/перереєстрація компанії (або офіційна процедура банкрутства))
4.	4	Вся доступна, верифікована, деталізована вибірка щодо статистичної та фінансової звітності транспортних компаній галузі; Вся офіційна фінансова звітність ТЕК в деталізованому вигляді (додаткова розшифровка статей); Вся управлінська внутрішня звітність ТЕК (з урахуванням всіх операцій в рамках холдингу)	Перенавчання MDA-моделі Конана-Голдера (зміна вагових коефіцієнтів); Застосування адаптованої MDA-моделі Конана-Голдера для ТЕК	Формалізовані результати застосування перенавченої MDA-моделі ФА ТЕК	Прийняття управлінського рішення щодо продовження ФА на етапі 5 або ефективний продаж компанії новим власникам з подальшим продовженням операційної діяльності

5.	4+5	Вся доступна, верифікована, деталізована вибірка щодо статистичної та фінансової звітності транспортних компаній галузі; Вся офіційна фінансова та управлінська внутрішня звітність ТЕК в деталізованому вигляді (додаткова розшифровка статей з урахуванням всіх операцій в рамках холдингу)	Перенавчання адаптованої (перелік і часовий період атрибутів) logit-моделі Хайдаршиної для ТЕК (уточнення вагових коефіцієнтів); Застосування перенавченої і адаптованої logit-моделі Хайдаршиної для ТЕК	Формалізовані результати застосування адаптованої logit-моделі Хайдаршиної для ФА ТЕК	Прийняття управлінського рішення щодо продовження ФА на етапі 6 або проведення тотального аудиту та фінансового оздоровлення ТЕК з метою продовження подальшої роботи без її перепрофілювання
6.	5+6	Вся доступна, верифікована, деталізована вибірка щодо статистичної та фінансової звітності транспортних компаній галузі; Вся офіційна фінансова та управлінська внутрішня звітність ТЕК (в т.ч. можливості її партнерів та конкурентів) в деталізованому вигляді (додаткова розшифровка статей з урахуванням всіх операцій в рамках холдингу)	Конфігурування та навчання AI-моделі для ТЕК; Застосування в предикативному режимі побудованої AI-моделі для ТЕК; Проведення комплексного KDD для ТЕК (в т.ч. і у режимі fraud detection)	Прогностичні результати застосування AI-моделі ТЕК; Результати комплексного застосування KDD (закономірності, аномалії тощо)	Прийняття управлінського рішення тотального реінжинірингу бізнесу, з можливим відкриттям нових напрямків діяльності та можливим додатковим інвестуванням з метою розширення бізнесу

Висновки

Отже, узагальнений аналіз практики ФА вітчизняних компаній дозволив виділити такі системні методичні проблеми:

- на практиці аналіз зводиться до розрахунків відносної зміни структурних елементів фін. звітності, зміни окремих фінансових коефіцієнтів, при чому часовий горизонт дослідження обмежується, як правило, одним-двома періодами, тобто відбувається констатація короткострокових або тактичних тенденцій;

- результати оцінки стабільності функціонування організацій ґрунтуються у ряді випадків на недостатньо повній і достовірній інформації (наприклад, у силу оптимізації податкової навантаження спостерігається тенденція до різних способів розрахунку податкової бази, крім того, відмінності в обліковій політиці та / або відмінності в корпоративних стандартах консолідації звітності й т. д. і т.п.);

- у більшості існуючих методик не представлено чітке розмежування аналізу платоспроможності та ліквідності, більше того, майже вся увага тільки і спрямована на оцінку платоспроможності, фінансової стійкості і ліквідності;

- в існуючих моделях нормативи показників та/або вагові коефіцієнти розраховані на занадто застарілих вибірках, до того ж, які не враховують ні національну, ні галузеву, ні кризову специфіку;

- деталізація аналізу діяльності організацій обумовила розробку, розрахунок та використання явно зайвого числа показників, тим більше що деякі з них знаходяться в безпосередній функціональній залежності між собою (наприклад, коефіцієнт автономії та коефіцієнт співвідношення заборгованості та власних коштів);

- порівняльний аналіз діяльності українських транспортно-експедиційних компаній ускладнюється відсутністю галузевої довідково-нормативної бази за видами економічної діяльності та доступними достовірними середніми показниками (у зарубіжних країнах рейтингові агенції виробляють і регулярно публікують аналогічні норми);

- звітність аналізованих організацій викривлюється через інфляційні процеси в українській економіці, які головним чином впливають не на результати вертикального (основні пропорції часто залишаються незмінними), а горизонтального аналізу.

Підводячи підсумки системного аналізу існуючих методик прогнозування фінансового стану компаній, і, враховуючи авторський практичний галузевий досвід, можна впевнено стверджувати, що жодна існуюча методика ФА без адаптації та сценарного алгоритму використання не може дати адекватний прогноз фінансового стану українських ТЕК у поточних кризових умовах.

Таким чином, достовірний прогноз втрати фінансової стійкості (ризик банкрутства) вітчизняної транспортної компанії через побудову адекватних економіко-математично-статистичних моделей можливий при виконанні наступних, доволі складних наразі для практичного виконання, умов:

1) основою для моделювання повинні бути результати спостережень за максимально довгий період часу діяльності організації (з урахуванням можливих “змін вивісок” – фактичних перереєстрацій юридичних осіб ТЕК, при фактичному продовженні ведення того самого бізнесу), із врахуванням вибірки по різних фазах кризи та з урахуванням можливих змін стандартів ведення офіційної та внутрішньої звітності компанії;

2) дані, що використовуються для навчання моделей, повинні достовірно відображати стан організації, тобто містити не тільки дані з офіційних форм звітності звітність, але й залучати всю можливу внутрішню звітність, з урахуванням можливих оптимізаційних холдингових схем;

3) при побудові ефективних моделей передбачення ризику банкрутства ТЕК треба враховувати не тільки показники платоспроможності і фінансової стійкості, але й показники ділової активності та показники ефективності операційної профільної діяльності ТЕК, кредитну (лізингову) історію транспортної компанії, маркетингові показники (наприклад, якість і наповнення “портфелю стратегічних клієнтів” ТЕК);

4) враховуючи характеристики та наслідки впливу вітчизняних макро-економічно-політичних криз на транспортну галузь України, додатково (незважаючи на результати факторного, кореляційного та дисперсійного аналізу, що лімітують кількість атрибутів майбутньої моделі) в прогностичній моделі треба передбачити наявність макропоказників в сфері економіки та зовнішньої політики (які часто будуть категоріальними і оцінюватися експертним чином – облікова ставка НБУ, неофіційні обмеження в транзиті з боку сусідніх держав, курс національної валюти тощо);

5) класифікована вибірка для навчання моделі, повинна бути верифікована щодо можливості схемних банкрутств, або банкрутств через перереєстрацію ТЕК;

6) для досягнення вищої точності результатів таких моделей необхідно систематично (раз на фінансовий рік) критично переглядати набір показників і перенавчати “коефіцієнти” їх вагового впливу із таргетуванням стратегічних цілей акціонерів.

Перспективи використання результатів дослідження.

Викладені результати критичного аналізу та вдосконалення доречних методів фінансової аналізу (прогнозування банкрутства) вітчизняних ТЕК враховують національну, макроекономічну, галузеву специфіку задачі реінжинірингу вітчизняних транспортно-експедиційних компаній в умовах кризи. Ці удосконалені моделі об’єднані в ітеративну сценарну методикау їх ефективного використання при ППР акціонерами/інвесторами таких компаній.

Отже, отримані у статті результати можуть бути використані як вітчизняними транспортно-експедиційними компаніями (в повному обсязі), так і іноземними компаніями на іноземних ринках країн, що розвиваються та/або знаходяться під впливом кризових явищ (тільки в частині сценарної методики).

Отримані результати будуть використані авторами при подальших дослідженнях питань економіко-математичного моделювання логістичної діяльності в умовах системної кризи.

Література

1. Анализ методов и моделей оценки финансовой устойчивости организаций / Н.П. Любушин. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://1fin.ru/?id=438>
2. Применение методических подходов оценки финансовой устойчивости предприятия как этап процесса управления нею / Кустрич Лилия Александровна // Современные технологии управления. — №11 (47). Номер статьи: 4705. Дата публикации: 2014-11-08. Режим доступа: <http://sovman.ru/article/4705/>
3. Проблеми та перспективи розвитку українських логістично-інформаційних систем в умовах глобалізованої економіки та макроекономічних кризових явищ / Краснюк М.Т., Кустаровський О.Д. // Інвестиції: практика та досвід: науково-практичний журнал, №10. – К.: Чорноморський державний університет імені Петра Могили, 2017. – С. 34–39.
4. Практика оценки финансового состояния хозяйствующего субъекта с учетом мирового опыта / Новопашина Е.А. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.unilib.org/page.php?idb=1&page=000300>
5. Сравнительная характеристика методик анализа финансового состояния / Чакш В.Ю. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjJ4d39vp_WAhUDGZoKHQ5vAmwQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Felib.sfu-kras.ru%2Fhandle%2F2311%2F19016&usq=AFQjCNFyRUz2KYNGaWdLYMOA2ZDh8Okx4Q
6. Сравнительный анализ финансового состояния предприятий / Свиридова, Нина Владимировна – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/sravnitelnyi-analiz-finansovogo-sostoyaniya-predpriyatii>
7. Модели банкротства зарубежных предприятий с формулами расчета (4 MDA-модели) / Жданов В.Ю. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://finzz.ru/modeli-bankrotstva-zarubezhnyx-predpriyatij-4-mda-modeli.html>
8. Оценка риска вероятности банкротства с помощью logit-моделей / Петров А.Н. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://1-fin.ru/?id=949&ht=63&w=logit>
9. Прогнозирование банкротства предприятий в транспортной отрасли / Фёдорова С.А. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://1-fin.ru/?id=951&ht=5608&w=logit>
10. Модели оценки вероятности банкротства предприятий / Жданов В.Ю. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://finzz.ru/modeli-ocenki-veroyatnosti-bankrotstva.html>

References

1. Analiz metodov i modelej ocenki finansovoj ustojchivosti organizacij / N.P. Ljubushin / [Electronic resource]. – mode of access: <http://1fin.ru/?id=438>
2. Primenenie metodicheskikh podhodov ocenki finansovoj ustojchivosti predpriyatija kak jetap processa upravlenija eju / Kustrich Lilija Aleksandrovna // *Sovremennye tehnologii upravlenija*. ISSN 2226-9339. — №11 (47). Nomer stat'i: 4705. Data publikacii: 2014-11-08 / [Electronic resource]. – mode of access: <http://sovman.ru/article/4705/>
3. Problemi ta perspektivi rozvitku ukraïns'kih logistichno-informacijnih sistem v umovah globalizovanoï ekonomiki ta makroekonomichnih krizovih javishh / Krasnjuk M.T., Kustarovs'kij O.D. // *Investicii: praktika ta dosvid: naukovopraktichnij zhurnal*, №10. – K., Chornomors'kij derzhavnij universitet imeni Petra Mogili, 2017 – c. 34–39.
4. Praktika ocenki finansovogo sostojanija hozjajstvujushhego sub#ekta s uchetom mirovogo opyta / Novopashina E.A. / [Electronic resource]. – mode of access: <http://www.unilib.org/page.php?idb=1&page=000300>
5. Cravnitel'naja charakteristika metodik analiza finansovogo sostojanija / Chaksh V.Ju. / [Electronic resource]. – mode of access: https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjJ4d39vp_WAhUDGZoKHQ5vAmwQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Felib.sfu-kras.ru%2Fhandle%2F2311%2F19016&usq=AFQjCNFyRUz2KYNGaWdlYMOA2ZDh8Okx4Q
6. Sravnitel'nyj analiz finansovogo sostojanija predpriyatij / Sviridova, Nina Vladimirovna / [Electronic resource]. – mode of access: <http://www.dissercat.com/content/sravnitelnyi-analiz-finansovogo-sostoyaniya-predpriyatii>
7. Modeli bankrotstva zarubezhnyh predpriyatij s formulami rascheta (4 MDA-modeli) / Zhdanov V.Ju. / [Electronic resource]. – mode of access: <http://finzz.ru/modeli-bankrotstva-zarubezhnyx-predpriyatij-4-mda-modeli.html>
8. Ocenka riska verojatnosti bankrotstva s pomoshh'ju logit-modelej / Petrov A.N. / [Electronic resource]. – mode of access: <http://1-fin.ru/?id=949&ht=63&w=logit>
9. Prognozirovanie bankrotstva predpriyatij v transportnoj otrasli / Fjodorova S.A. / [Electronic resource]. – mode of access: <http://1-fin.ru/?id=951&ht=5608&w=logit>
10. Modeli ocenki verojatnosti bankrotstva predpriyatij / Zhdanov V.Ju. / [Electronic resource]. – mode of access: <http://finzz.ru/modeli-ocenki-veroyatnosti-bankrotstva.html>

Блудова Т.В., д.е.н., професор кафедри вищої математики,
Шапошник О.Л., аспірант кафедри вищої математики,
Щекань Н.П., асистент кафедри вищої математики,
Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана

Tatiana Bludova, Doctor of Economics, professor, Marketing Faculty
Advanced Mathematics Department
Olena Shaposhnik, postgraduate student of the Marketing Faculty Advanced
Mathematics Department
Nadiya Schekan, assistant of Marketing Faculty Advanced Mathematics
Department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕНТНОГО РИЗИКУ МІЖНАРОДНОГО КРЕДИТУВАННЯ

INTEREST RISK MODELING OF INTERNATIONAL CREDITING

АННОТАЦІЯ: Розглянуто керування ризиками в процесі міжнародного кредитування включає різні методику і дії, які банк може використовувати з метою зменшення, зокрема, процентного ризику – зниження власних засобів у результаті несприятливих змін процентних ставок. Запропоновано спосіб мінімізації відсоткового ризику як управління активами і пасивами, припускаючи, що функція поточної вартості неперервна відносно відсоткової ставки, що дозволяє визначити міру відсоткового ризику для коректування зміни процентної ставки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: процентний ризик, плаваюча процентна ставка, дюрація, чутливість потоку платежів

АННОТАЦИЯ: Рассматривается управление рисками в процессе международного кредитования включает различные методики и действия, которые банк может использовать для уменьшения, в частности, процентного риска – снижения собственных средств в результате неблагоприятных изменений процентных ставок. Предложен способ минимизации процентного риска как управление активами и пассивами, предполагая, что функция текущей стоимости непрерывная относительно процентной ставки, позволяет определить степень процентного риска для корректировки изменения процентной ставки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: процентный риск, плавающая процентная ставка, дюрация, чувствительность потока платежей.

ANNOTATION: Considered the risk management in the international lending process includes various methods and actions that the bank can use to reduce, in particular, interest risk - a decrease in equity due to adverse changes in interest rates. A method of minimizing interest rate risk is proposed as asset and liability management, assuming that the function of current value is continuous relative to the interest rate, it is possible to determine the degree of interest risk for adjusting interest rate changes.

KEYWORDS: interest rate risk, floating interest rate, duration, sensitivity of the payment flow.

Актуальність проблеми. Аналіз процентних ризиків вимагає аналізу переоцінки і чутливості кредитного портфеля банку, при цьому розглядаються різні аспекти процентних ризиків: ризик переоцінки, ризики зміни кривої доходності, базисний ризик, опціони. Існує кілька моделей керування процентними ризиками, серед яких представлені статистичні модель, що визначають розрив між активами і зобов'язаннями, що найчутливіші до процентних ставок.

Питання мінімізації ризиків міжнародного кредитування досліджували зарубіжні вчені економісти: Р. Барро, Ш. Бланкарт, Д. Долан, Дж. Кейнс, А. Лернер, Ф. Модільяні, Д. Сакс, Д. Стігліц та інші. Також зазначені проблеми знайшли відображення у роботах українських учених: О. Білоруса, С. Боринця, В. Вітлінського, А. Гальчинського, Д. Лук'яненка, В. Новицького, Д. Положенка, В. Рокочої, В. Суторміної, В. Федосова та інших.

Разом з тим недостатньо розроблені методики встановлення плаваючої процентної ставки при міжнародному кредитуванні. Як правило банки запроваджують власні методики її визначення.

Тому підходи до мінімізації ризиків міжнародного кредитування та розробка методики встановлення раціонального діапазону плаваючої процентної ставки являється актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Міжнародний досвід підказує, що найефективнішим способом визначення актуальної ринкової процентної ставки є залучення до її розрахунку банків, що мають найбільшу вагу і вплив на ринку, «маркет-мейкерів». Як правило банки використовують прив'язку до середньої «процентної ставки по депозитах, притягнених в звітному періоді на рахунки домашніх господарств, у розрізі видів валют і термінів погашення», що розраховується Національним Банком України щоквартально. Такий підхід не адекватно відображає ринок. Банкам прив'язка до плаваючої ставки дасть можливість застрахувати ризики, причому це дозволить понизити вартість кредитів на 1–2 % річних, а це, у свою чергу, дасть стимулювання інвестиційної активності. Керування процентними ризиками включає різні методики і дії, що банк може використовувати з метою зменшення ризику зниження власних засобів у результаті несприятливих змін процентних ставок [1]. Для аналізу процентних ризиків розглядається аналіз переоцінки і чутливості. Розглядаються різні аспекти процентних ризиків: ризик переоцінки, ризики зміни кривої доходності, базисний ризик, опціони [2]. Процентні ризики можуть мати не тільки несприятливий вплив на доходи банку, але і на його економічну вартість. Існує два під-

ходи до оцінки цього ризику, що взаємно доповнюють один одного: традиційний вплив змін процентних ставок на доходи банку і підхід з погляду економічної вартості, який базується на аналізі потенційних довгострокових змін процентних ставок.

Стосовно міжнародного кредиту, що надається, наприклад, у доларах США американським банком, фінансується або вітчизняними (для нього) доларами або євродоларами. Для оцінки кредитів, що фінансуються у вітчизняній валюті, банки використовують власні довідкові (базові) ставки. У США цю роль виконує ставка «прайм-рейт», тобто ставка за кредитами позичальників. Вона є мінімальною ставкою, яка використовується банком при оцінюванні кредитів, наданих позичальникам з різною кредитоспроможністю [3].

Ставка «прайм-рейт» кожного банку встановлюється на рівні, який повинен покривати витрати отримання фондів для банку; операційні витрати банку, пов'язані з даним кредитом; цільову прибуткову маржу.

Розглянемо світовий досвід встановлення базових кредитних ставок [4].

1) Середньозважена ставка по міжбанківських кредитах у різних валютах і на різні терміни (від одного дня до року) — LIBOR (London Interbank Offered Rate), яка перераховується щодня, враховуючи котирування 16 британських банків-лідерів.

2) Середньозважена ставка по міжбанківських кредитах у євро EURIBOR (European Interbank Offered Rate), що розраховується за підтримки Європейської банківської федерації.

3) Ставка KIEIBOR (Kiev Intebank Offered Rate), що розраховується інформаційним агентством Thomson Reuters з лютого 1999 р.

4) Індекс KIEVPRIME, який у 2007 році Європейський банк реконструкції і розвитку (ЄБРР) виступив з ініціативою створення.

5) Український індекс ставок по депозитах фізичних осіб UIRD (Ukrainian Index of Retail Deposit Rates) — індикативна ставка, яка розраховується на основі номінальних ставок по роздрібних депозитах і була запроваджена НБУ у вересні 2011 р. Банки, що формують UIRD та дані про поточні значення індексу, публікуються на сайті НБУ.

Зауважимо, що в зарубіжній практиці змінна ставка використовується і при розрахунку вартості кредитів і як базова для різних похідних інструментів.

Метою роботи є знаходження значення чутливості потоку вхідних і вихідних платежів за відсотковою ставкою, що і буде визначати міру відсоткового ризику.

Викладення основного матеріалу дослідження. Відомо, що поточна вартість потоку вхідних і вихідних платежів NPV визначається за формулою [5]:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+R)^t}, \quad (1)$$

де NPV (netpresentvalue) – теперішня номінальна вартість потоку майбутніх доходів або поточна вартість потоку вхідних (вихідних) платежів [2],

B_t – номінальні грошові доходи у відповідні періоди (місяці, роки), вхідний грошовий потік за час t ;

R – норма дисконту (з урахуванням ризику і інфляції) або відсоткова ставка потоку вхідних NPV_A (вихідних – NPV_Z) платежів;

T – кількість періодів (років).

Припустимо, що функція поточної вартості потоку вхідних і вихідних платежів NPV неперервна відносно відсоткової ставки R . Визначимо приріст функції поточної вартості NPV , як приріст ΔNPV який при зміні відсоткової ставки на ΔR можна визначити як різницю приростів потоку вхідних ΔNPV_A і вихідних ΔNPV_Z платежів.

Приріст функції поточної вартості ΔNPV називають чутливістю поточної вартості, а приріст ΔNPV_A – чутливістю потоку вхідних платежів, а приріст ΔNPV_Z – чутливістю потоку вихідних платежів.

У економічній літературі стратегія, яка мінімізує чутливість банківського портфеля, щодо змін процентних ставок, називається імунізацією.

Отже, маємо формулу приросту функції поточної вартості NPV :

$$\Delta NPV = \Delta NPV_A - \Delta NPV_Z. \quad (2)$$

Визначимо випадкову величину X , що приймає дискретні значення в часі $t_i \in (1, T)$ з ймовірними частотами $\frac{NPV_{t_i}}{NPV}$. Математичне сподівання $M(x)$ випадкової величини X визначається за формулою:

$$M(X) = \sum_{t_i=1}^T \frac{NPV_{t_i}}{NPV} t_i. \quad (3)$$

Враховуючи формулу (1) перепишемо (3) у вигляді:

$$M(X) = \frac{1}{NPV} \sum_{t_i=1}^T \frac{B_{t_i}}{(1+R)^{t_i}} t_i \quad (4)$$

Математичне сподівання $M(x)$ випадкової величини X називається дюрацією D функції NPV :

$$D = M(X) = \frac{1}{NPV} \sum_{t_i=1}^T \frac{B_{t_i}}{(1+R)^{t_i}} t_i. \quad (5)$$

З формули (5) випливає, що чим ближче показник дюрації до планового періоду вкладання коштів, тим меншим є ризик зміни процентних ставок. Значення цього показника за облігації з нульовим купоном збігається зі строком їх погашення. У такому разі зміна процентних ставок на ринку фактично не впливає на ринковий курс цінних паперів.

Таким чином, одним із поширених способів мінімізації відсоткового ризику є управління активами і пасивами. У процесі такого управління між активами і зобов'язаннями встановлюються і підтримуються деякі пропорції. При цьому в ідеальному випадку строки і об'єми грошових потоків по активам повинні бути рівними строкам і об'ємам грошових потоків по зобов'язанням.

Звідси, домноживши ліву і праву частини рівності (5) на NPV , маємо:

$$NPV \cdot D = \sum_{t_i=1}^T \frac{B_{t_i}}{(1+R)^{t_i}} t_i. \quad (6)$$

Відомо, що коефіцієнт еластичності $ELAST$ -функції $y(x)$ показує міру ризикової зміни функції, – дорівнює границі відношення відносного приросту функції до відносного приросту аргументу, коли приріст аргументу прямує до нуля:

$$ELAST = \frac{xy'}{y} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}}, \quad \frac{\Delta y}{y} \approx ELAST \frac{\Delta x}{x} \quad (7)$$

Знайдемо коефіцієнт еластичності $ELAST$ функції $NPV(R)$ за відсотковою ставкою R , що і буде визначати міру відсоткового ризику.

$$ELAST = R \cdot \frac{NPV'}{NPV} = \frac{R}{NPV} \cdot \frac{dNPV}{dR} \quad (8)$$

Знайдемо $\frac{dNPV}{dR}$, користуючись формулою (4) маємо:

$$\frac{dNPV}{dR} = (NPV)'_R = \left(\sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+R)^t} \right)'_R = - \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+R)^{t+1}} = - \sum_{t=1}^T t \cdot \frac{1}{(1+R)} \cdot \frac{B_t}{(1+R)^t} \quad (9)$$

Враховуючи (6), формулу (8) можна переписати у вигляді

$$\frac{dNPV}{dR} = - \frac{NPV}{(1+R)} \cdot D \quad D \approx - \frac{\frac{\Delta NPV}{NPV}}{\frac{\Delta R}{1+R}} \quad (10)$$

З формули (10) знаходимо чутливість потоку ΔNPV через дюрацію:

$$\Delta NPV \approx -NPV \cdot \frac{\Delta R}{1+R} \cdot D \quad (11)$$

Для знаходження значення чутливості потоку ΔNPV , скористаємося розкладом функції поточної вартості NPV , яка по припущенню неперервна відносно відсоткової ставки R , – у ряд Тейлора в околі $|R| \leq \Delta R$. Тому і будемо позначати функцію поточної вартості з індексом $(NPV)_r$.

Маємо:

$$NPV = (NPV)_R + (NPV)'_R \Delta R + \frac{1}{2} (NPV)''_R \Delta R^2 + \dots + \frac{1}{n!} (NPV)^{(n)}_R \Delta R^n + \dots \quad (12)$$

З похибкою, меншою ніж ΔR^2 , розглянемо із розкладу функції поточної вартості NPV (12) наближене значення цієї функції:

$$NPV \approx (NPV)_R + (NPV)'_R \Delta R + \frac{1}{2} (NPV)''_R \Delta R^2 \quad (13)$$

Звідси визначимо чутливість (приріст) функції поточної вартості NPV у вигляді:

$$\Delta NPV \approx NPV - (NPV)_R \approx (NPV)'_R \Delta R + \frac{1}{2} (NPV)''_R \Delta R^2 \quad (14)$$

Остаточно маємо:

$$(NPV)_R'' = NPV \cdot \left(\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+R)^2} \cdot \left(D + \frac{1}{NPV} \cdot t^2 \cdot \frac{B_t}{(1+R)^t} \right) \right). \quad (15)$$

У цій рівності коефіцієнт при функції поточної вартості NPV позначається через $(conv)$ і називається позитивною випуклістю (positiveconvexity) потоку NPV (друга похідна функції поточної вартості NPV додатня).

Отже, запишемо формулу (15) у вигляді:

$$(NPV)_R'' = \frac{d^2 NPV}{dR^2} = (conv) \cdot NPV > 0. \quad (16)$$

Таким чином, одержана формула:

$$\Delta NPV \approx -\frac{NPV}{1+R} \cdot D \cdot \Delta R + \frac{PV}{2} \cdot (conv) \cdot (\Delta R)^2 \quad (17)$$

Зауважимо, що чутливість функції поточної вартості NPV повинна бути додатною:

$$\frac{PV}{2} \cdot (conv) \cdot (\Delta R)^2 > \frac{NPV}{(1+R)} \cdot D \cdot \Delta R. \quad (18)$$

Розв'язуючи нерівність, одержуємо нижню оцінку приросту процентної ставки у вигляді:

$$(\Delta R) > \frac{2D}{(1+R) \cdot (conv)}. \quad (19)$$

Остаточно маємо:

$$(\Delta R) > \frac{\frac{2}{NPV} \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+R)^t} t^2}{(1+R) \cdot \left(\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+R)^2} \cdot \left(\frac{1}{NPV} \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+R)^t} t^2 + \frac{1}{NPV} t^2 \frac{B_t}{(1+R)^t} \right) \right)}. \quad (20)$$

Припускаючи, що функція поточної вартості NPV неперервна відносно відсоткової ставки R , визначено приріст функції поточної вартості NPV , як приріст ΔNPV , який при зміні відсоткової ставки на ΔR визначається як різницю приростів потоку вхідних ΔNPV_A і вихідних ΔNPV_Z платежів. Таким чином, можна корегувати зміну процентної ставки на величину, яка враховує ризики. Така корекція дозволяє компенсувати можливі дії негативних фа-

кторів на фінансові потоки банку. Для знаходження значення чутливості потоку використовується еластичність ELAST функції NPV(R) за відсотковою ставкою R , що і буде визначати міру відсоткового ризику.

Отже, знярядям щодо оцінювання різного роду активів може бути формула для обчислення теперішньої вартості потоку майбутніх доходів, котрий власник цих активів (фактичний чи потенційний) сподівається отримати протягом відповідного періоду [5].

Отже, банк повинний мати чітко сформульовані методики і процедури по обмеженню процентних ризиків і контролю над ними. Система виміру процентних ризиків, використовувана банком, повинна враховувати всі джерела процентних ризиків і дозволяти оцінювати вплив змін процентних ставок не тільки на доходи, а і на економічну вартість банку.

Література

1. Арчакова О. Деякі особливості національного регулювання валютного ризику / О. Арчакова // Финансовые риски. – 2007. – № 2. – 67–73 с.
2. В. В. Вітлінський О. В. Піскунова Математичні моделі та методи ринкової економіки : навч. посіб. ; МОНМС України, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана». – К, 2010. – 531 с.
3. Вітлінський В. В. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – К.: КНЕУ, 2004. – 480 с.
4. Савченко Т. Трансфертне ціноутворення як інструмент управління процентним ризиком банку / Т. Савченко, О. Пожар // Вісник НБУ. – 2009. – № 7. – С. 30–38.
5. Los C. A. Financial market risk: measurement & analysis / C. A. Los. – NY: Routledge International Studies in Money and Banking, 2005. – 493 p.

References

1. Archakova O. Deiyaki osoblyvosti natsional'noho rehuliyuvannya valiutnoho ryzyku / O. Archakova // Fynansovye rysky. – 2007. – № 2. – 67–73 s.
2. V. V. Vitlins'kyj, O. V. Piskunova Matematychni modeli ta metody rynkovoi ekonomiky : navch. posib. ; MONMS Ukrainy, DVNZ «KNEU im. V. Het'mana». – K, 2010. – 531 c.
3. Vitlins'kyj V. V. Ryzkolohiia v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi: Monohrafiia / V. V. Vitlins'kyj, H. I. Velykoivanenko. – K.: KNEU, 2004. – 480 s.
4. Savchenko T. Transfertne tsinoutvorennia iak instrument upravlinnia protsentnym ryzykom banku / T. Savchenko, O. Pozhar // Visnyk NBU. – 2009. – № 7. – S. 30–38.
5. Los C. A. Financial market risk: measurement & analysis / C. A. Los. – NY: Routledge International Studies in Money and Banking, 2005. – 493 p.

Лісовська В.П., к.ф.-м.н., професор кафедри вищої математики
Островська М.С., асистент кафедри вищої математики
ДВНЗ «КНЕУ ім. Вадима Гетьмана»

Valentina Lisovska, Candidate of physics and mathematics, Associate Professor, Faculty of Marketing Faculty Advanced Mathematics Department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman
Mariya Ostrovska, assistant of Marketing Faculty Advanced Mathematics Department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

МОДЕЛЮВАННЯ ЗБУТУ ПІДПРИЄМСТВА ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ РЕКЛАМИ

MODELING OF THE ENTERPRISE STOCK IN DEPENDENCE OF ADVERTISING

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто моделювання збуту підприємства залежно від дії реклами за допомогою рядів Фур'є.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ряд Фур'є, функція рекламних відгуків, теорема Діріхле, парна функція, непарна функція.

АННОТАЦИЯ. В статье рассмотрено моделирование сбыта предприятия в зависимости от действия рекламы с помощью рядов Фурье.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ряд Фурье, функция рекламных отзывов, теорема Дирихле, чётная функция, нечётная функция.

ANNOTATION. The article deals with the modeling of the company's sales, depending on the effect of advertising with the help of Fourier series.

KEYWORDS: Fourier series, the function of advertising reviews, the Dirichlet theorem, a pair function, an odd function.

Вступ. Реклама продукції підприємства — форма пропозиції товарів і послуг з метою вплинути певним чином на цільову аудиторію споживачів продукції підприємства. За допомогою реклами формується визначене уявлення покупця про особливості товару чи послуг, тобто реклама доводиться до максимально великої цільової аудиторії або зосереджується на невеликому її сегменті. Таким чином, реклама є ядром процесу рекламної дії на споживача продукції підприємства.

Мета статті. У даній роботі розглянуто прикладне значення розкладу ряду Фур'є для функції рекламних відгуків. Надано економічну інтерпретацію періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$ і досліджено зміну графіків періодичної функції залежно від кількості членів ряду Фур'є. У роботах вітчизняних учених (Гаркавенко С.С., Загорулько В.М., Крилов І.В.,

Лук'янець Т.І., Ромат Є.В., Старостіна А.А., Щелкунов В.І. та ін.), а також зарубіжних учених (Аакер Д., БарнетДж., Котлер Ф., Літл Ж., Ліндон Д., Моріарті С., Персі Л., Уелс У. та ін.) досліджується проблематика реклами та відповідно реакції збуту продукції на неї на підприємстві. У роботі [1] розглядається прибуток підприємства і досліджується вплив реклами на нього з урахуванням збуту, вводиться поняття функції рекламних відгуків. У роботі [2] розглядаються вплив рекламних звернень стосовно великих і малих підприємств, що порівнюються в процесі формалізованої задачі постійного збуту. У роботі [3] представлено модель, де функцію витрат представлено експонентою, в якій враховуються ефекти ціноутворення. У роботі [4] представлено дискретну модель двох підприємств-конкурентів у полі ринкових відносин, моделюється функція відгуку на рекламні звернення.

Виклад основного матеріалу. Як правило, концентроване розміщення рекламних звернень є доцільним для реклами виробів, строк реалізації яких обмежений одним сезоном. Неперервне розміщення рекламних звернень є рівномірним їх розміщенням протягом деякого часу й характеризується значними витратами, а також сезонними коливаннями. Таке розміщення характерне для розширення ринку, а також для привернення уваги більшої, ніж цільової аудиторії покупців. Періодичне розміщення рекламних звернень, за яким слідує пауза, а потім звернення повторюється, – використовується при обмеженому рекламному бюджеті, відносно нечастому циклі покупок і в рекламі сезонних виробів. Пульсуюче розміщення рекламних звернень – це комбінована стратегія і містить в собі особливості неперервних і періодичних рекламних звернень, що дозволяє аудиторії повніше сприймати рекламне звернення, що в кінцевому результаті означає економію рекламного бюджету.

Після проведення рекламних звернень вивчається реакція збуту підприємства, яка, як правило, має вигляд періодичної розривної (розрив 1-го роду стрибок) функції. Для моделювання функцій збуту підприємства необхідно розкласти в ряд Фур'є функцію рекламних відгуків підприємства, яка, як правило, має періодичний характер.

Рядом Фур'є періодичної функції $f(x)$ з періодом 2π , визначеної на відрізку $[-\pi; \pi]$, називається ряд

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin x), \quad (1)$$

де

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad (2)$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx \quad (n = 1, 2, \dots). \quad (3)$$

Якщо ряд (1) збігається, то його сума $S(x)$ – періодична функція з періодом 2π , тобто $S(x + 2\pi) = S(x)$.

Теорема Діріхле. Нехай функція $f(x)$ на сегменті $[-\pi; \pi]$ має кінцеве число екстремумів і є неперервною за винятком кінцевого числа точок розриву 1-го роду (тобто задовольняє так звані умови Діріхле). Тоді ряд Фур'є цієї функції збігається в кожній точці сегмента $[-\pi; \pi]$ і сума цього ряду обчислюється:

1) $S(x) = f(x)$ у всіх точках $f(x)$, що лежать всередині сегмента; $[-\pi; \pi]$;

2) $S(x_0) = \frac{1}{2} [f(x_0 - 0) + f(x_0 + 0)]$, де x_0 – точка розриву 1-го роду функції $f(x)$;

3) $S(x) = \frac{1}{2} [f(-\pi + 0) + f(\pi - 0)]$ на кінцях відрізка, тобто при $x = \pm\pi$.

У разі, коли $f(x)$ – парна функція, її ряд Фур'є містить тільки вільний член і косинуси, тобто

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx, \quad (4)$$

де

$$a_n = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) \cos nx dx \quad (n = 0, 1, 2, \dots). \quad (5)$$

У разі, коли $f(x)$ – непарна функція, її ряд містить тільки синуси, тобто

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx, \quad (6)$$

де

$$b_n = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) \sin nx dx . \quad (7)$$

Часто доводиться розкласти в тригонометричний ряд функції періоду, відмінного від 2π . У цьому випадку, якщо $f(x)$ – періодична функція з періодом $2l$, для якої на сегменті $[-l; l]$ виконуються умови Діріхле, то зазначена функція може бути представлена у вигляді суми ряду Фур’є:

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{l} + b_n \sin \frac{n\pi x}{l} \right), \quad (8)$$

де

$$a_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \cos \frac{n\pi x}{l} dx , \quad (9)$$

$$b_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \sin \frac{n\pi x}{l} dx . \quad (10)$$

У разі, коли $f(x)$ – парна функція, як (4) – (5), її ряд Фур’є містить тільки вільний член і косинуси, тобто

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos \frac{n\pi x}{l} dx , \quad (11)$$

де

$$a_n = \frac{2}{l} \int_{-l}^l f(x) \cos \frac{n\pi x}{l} dx . \quad (12)$$

У разі, коли $f(x)$ – непарна функція, її ряд Фур’є містить тільки синуси, тобто

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin \frac{n\pi x}{l} dx , \quad (13)$$

де

$$b_n = \frac{2}{l} \int_{-l}^l f(x) \sin \frac{n\pi x}{l} dx . \quad (14)$$

На рис. 1 зображено графік періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$:

$$f(x) = \begin{cases} 6, & 0 < x < 2, \\ 3x, & 2 < x < 4. \end{cases} \quad (15)$$

Економічну інтерпретацію періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$ можна представити таким чином: від 0 до 2 збут стоїть на базовому рівні, у цей же час дається рекламне звернення, потім на інтервалі від 2 до 4 проходить реакція збуту на рекламне звернення – рекламний відгук у вигляді зростання збуту, потім збут знову опускається до базового рівня. На рис.1 представлено графік періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$, що задається у вигляді формули (8).

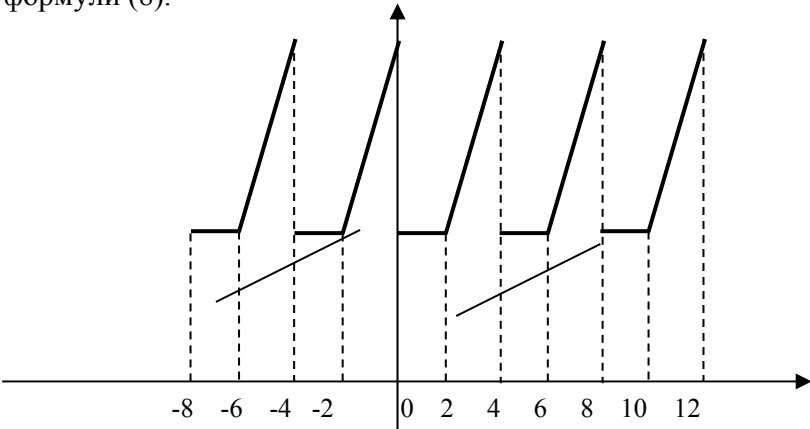


Рис. 1. Графік періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$

За формулами (1), для $l = 2$, розбиваємо інтервал інтегрування точкою $x = 2$ на дві частини, знаходимо коефіцієнти a_n :

$$a_n = \frac{1}{2} \int_0^4 f(x) \cos \frac{n\pi x}{2} dx = \frac{1}{2} \left(\int_0^2 6 \cos \frac{n\pi x}{2} dx + \int_2^4 3x \cos \frac{n\pi x}{2} dx \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{12}{n\pi} \sin \frac{n\pi x}{2} \Big|_0^2 + 3 \left(\frac{2\pi}{n\pi} \sin \frac{n\pi x}{2} + \frac{4}{n^2 \pi^2} \cos \frac{n\pi x}{2} \Big|_2^4 \right) \right] = \frac{6}{n^2 \pi^2} (1 - \cos \pi n), n \neq 0.$$

При n – парному $\cos n\pi = 1$ і $x_n = 0$, при n – непарному $\cos n\pi = -1$ і $a_n = \frac{12}{\pi^2 n^2}$.

При $n=0$

$$a_0 = \frac{1}{2} \int_0^4 f(x) dx = \frac{1}{2} \left(\int_0^2 6 dx + \int_2^4 3x dx \right) = \frac{1}{2} (6x \Big|_0^2 + \frac{3x^2}{2} \Big|_2^4) = 15.$$

Знаходимо коефіцієнти ряду Фур'є b_n :

$$\begin{aligned} b_n &= \frac{1}{2} \int_0^4 f(x) \sin \frac{n\pi x}{2} dx = \frac{1}{2} \left(\int_0^2 6 \sin \frac{n\pi x}{2} dx + \int_2^4 3x \sin \frac{n\pi x}{2} dx \right) = \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{12}{n\pi} \cos \frac{n\pi x}{2} \Big|_0^2 + 3 \left(\frac{4}{n^2 \pi^2} \sin \frac{n\pi x}{2} - \frac{2x}{n\pi} \cos \frac{n\pi x}{2} \Big|_2^4 \right) \right] = \\ &= \frac{1}{2\pi n} 12 \cos \frac{n\pi x}{2} \Big|_0^2 + \frac{3}{2} \left[\frac{2x}{\pi n} (-\cos \frac{n\pi x}{2}) \Big|_2^4 + \int_2^4 \frac{2}{\pi n} \cos \frac{n\pi x}{2} dx \right] = \\ &= \frac{1}{2\pi n} [12(1 - \cos n\pi) - 3(2 \cdot 4 \cos 2\pi n - 4 \cos \pi n)] = \\ &= \frac{1}{2\pi n} [12 - 12 \cos n\pi - 24 + 12 \cos \pi n] = \frac{-12}{2\pi n} = -\frac{6}{\pi n}. \end{aligned}$$

Таким чином розклад у ряд Фур'є заданої функції має вигляд:

$$\begin{aligned} f(x) &= \frac{15}{2} + \frac{12}{\pi^2} \left(\cos \frac{\pi x}{2} + \frac{1}{9} \cos \frac{3\pi x}{2} + \frac{1}{25} \cos \frac{5\pi x}{2} + \dots \right) - \\ &\quad - \frac{6}{\pi} \left(\sin \frac{\pi x}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{2\pi x}{2} + \frac{1}{3} \sin \frac{3\pi x}{2} + \dots \right). \end{aligned}$$

Цей розклад справедливий у всій області визначення даної функції: в інтервалі $(0;2)$ сума ряду $S(x)=6$, в інтервалі $(2;4)$ – $S(x)=3x$. У точці розриву $x = 2$,

$$S(x) = \frac{1}{2} [f(2-0) + f(2+0)] = 6.$$

Побудуємо графіки у WolframAlpha, візьмемо по 2 члени ряду.
 У табл. 1 представлено функцію $f(x) = \frac{15}{2} + \frac{12}{\pi^2} \left(\cos \frac{\pi x}{2} + \frac{1}{9} \cos \frac{3\pi x}{2} \right) - \frac{6}{\pi} \left(\sin \frac{\pi x}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{2\pi x}{2} \right)$ ряду Фур'є для обчислення у WolframAlpha.

Таблиця 1

ВИГЛЯД ФУНКЦІЇ РЯДУ ФУР'Є

plot	$\frac{15}{2} + \frac{12}{\pi^2} \left(\cos\left(\pi \times \frac{x}{2}\right) + \frac{1}{9} \cos\left(3\pi \times \frac{x}{2}\right) \right) - \frac{6}{\pi} \left(\sin\left(\pi \times \frac{x}{2}\right) + \frac{1}{2} \sin(\pi x) \right)$	$x = 0 \text{ to } 8$
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

На рис. 2 представлено графік функції з табл. 1, який неперервно моделює графік періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$.

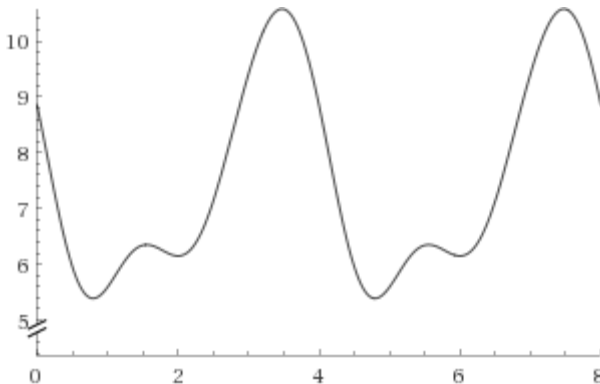


Рис. 2. Графік функції з табл. 1

Можна обчислити довжину дуги кривої, що представлена на рис. 2:

$$\int_0^8 \sqrt{1 + \frac{\left(3\pi \cos\left(\frac{\pi x}{2}\right) + 3\pi \cos(\pi x) + 6\pi \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right) + 2\left(\frac{3\pi x}{2}\right) \right)^2}{\pi^2}} dx \approx 23.982409 \dots$$

Побудуємо графіки у WolframAlpha, візьмемо по 3 члени ряду. У табл. 2 представлено функцію

$$f(x) = \frac{15}{2} + \frac{12}{\pi^2} \left(\cos \frac{\pi x}{2} + \frac{1}{9} \cos \frac{3\pi x}{2} + \frac{1}{25} \cos \frac{5\pi x}{2} \right) - \frac{6}{\pi} \left(\sin \frac{\pi x}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{2\pi x}{2} + \frac{1}{3} \sin \frac{3\pi x}{2} \right)$$

ряду Фур'є для обчислення у WolframAlpha.

Таблиця 2

ВИГЛЯД ФУНКЦІЇ РЯДУ ФУР'Є

plot	$\frac{15}{2} + \frac{12}{\pi^2} \left(\cos \left(\pi \times \frac{x}{2} \right) + \frac{1}{9} \cos \left(3\pi \times \frac{x}{2} \right) + \frac{1}{25} \cos \left(5\pi \times \frac{x}{2} \right) \right) - \frac{6}{\pi} \left(\sin \left(\pi \times \frac{x}{2} \right) + \frac{1}{2} \sin(\pi x) + \frac{1}{3} \sin \left(3\pi \times \frac{x}{2} \right) \right)$	x = 0 to 8
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

На рис. 3 представлено графік функції з табл. 2, який неперервно моделює графік періодичної функції рекламних відгуків підприємства з періодом $T=4$ з кращим наближенням.

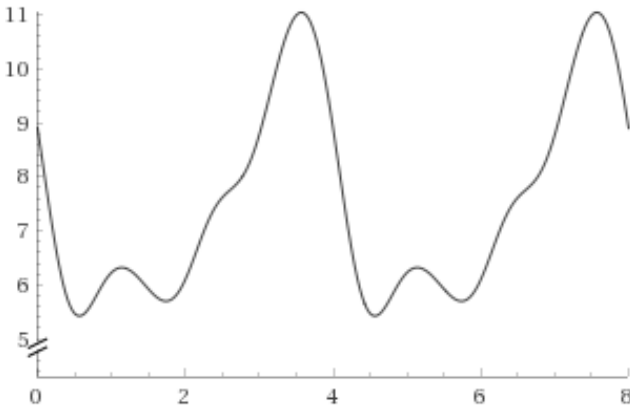


Рис. 3. Графік функції з табл. 2

Можна обчислити довжину дуги кривої, що представлена на рис. 3:

$$\int_0^8 \sqrt{1 + \frac{1}{25\pi^2} (A + B + C)^2} dx,$$

де

$$A = 15\pi \cdot \cos\left(\frac{\pi x}{2}\right) + 15\pi \cos(\pi x),$$

$$B = 15\pi \cdot \cos\left(\frac{3\pi x}{2}\right) + 30 \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right),$$

$$C = 10 \sin\left(\frac{3\pi x}{2}\right) + 6 \sin\left(\frac{5\pi x}{2}\right),$$

Аналізуючи графіки на рис. 2 і 3, зробимо висновок, що можна покращувати наближення, вибираючи більше членів ряду.

Висновки. Отже, розклад функції дає можливість розвитку моделювання рекламних звернень підприємства, як реакції збуту — прояву короткострокового поточного ефекту від рекламних звернень підприємства.

Література

1. Rust R. T. Advertising Media Models: A Practical Guide. Lexington, Mass: Lexington Books, 1986. Формула (3.19).
2. Kuehn A.A., McGuire T.W., and Weiss D.L., Measuring the effectiveness of advertising, 185-94 in R.M. Haas, ed., Science, Technology and Marketing, American Marketing Association, Chicago, 1966.
3. Horsky D., Anempirical analysis of the optimal advertising policy // Management Science, 23, 1037-49, June 1977.
4. Kirmani A. Advertising repetition as a signal of quality: if it's advertised so much, something must be wrong // Journal of advertising. Fall. 1997.
5. Law S., Howkins S.A. Advertising Repetition and Consumer Beliefs: The Role of Source Memory // Measuring advertising effectiveness. — London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1997.

А. В. Матвійчук, д.е.н., проф.

професор кафедри економіко-математичного моделювання
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

Andriy Matviychuk, Doctor of Economics, Professor

Professor of Department of Economic and Mathematical Modeling,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Ю. В. Клебан,

завідувач відділу ІТ наукової бібліотеки
Національного університету «Острозька академія»

Yurii Kleban,

Head of IT department at Science Library
National University of Ostroh Academy

БІННІНГ КІЛЬКІСНИХ ЗМІННИХ З ФОРМУВАННЯМ ТРЕНДУ ДЛЯ ЗАДАЧ СКОРИНГУ

BINNING OF QUANTITATIVE VARIABLES WITH FORMATION OF TREND FOR SCORING ISSUES

АНОТАЦІЯ. У статті запропоновано методологічний підхід та алгоритм розбиття кількісних змінних на категорії із забезпеченням дотримання тренду в значеннях їх показників вагомості ознаки (WOE). У процесі аналізу спеціалізованої літератури з питань біннінгу та проведення численних експериментів на реальних даних було сформульовано низку вимог, яким має задовольняти алгоритм категоризації змінних. Реалізований засобами мови програмування R алгоритм дозволяє швидко провести категоризацію факторів, забезпечуючи одночасно тренд WOE та дотримання обмежень щодо обсягу спостережень у кожній групі. Даний підхід показав високу ефективність роботи у тому числі на великих масивах даних.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: скорингова модель, біннінг, категоризація кількісної змінної, вагомість ознаки (WOE), інформаційна значущість (IV).

АННОТАЦИЯ. В статье предложен методологический подход и алгоритм разбиения количественных переменных на категории с обеспечением тренда в значениях их показателей весомости признака (WOE). В процессе анализа специализированной литературы по вопросам биннинга и проведения многочисленных экспериментов на реальных данных был сформулирован ряд требований, которым должен удовлетворять алгоритм категоризации переменных. Реализованный средствами языка программирования R алгоритм позволяет быстро провести категоризацию факторов, обеспечивая одновременно тренд WOE и соблюдение ограничений по объему наблюдений в каждой группе. Данный подход продемонстрировал высокую эффективность работы в том числе на больших массивах данных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: скоринговая модель, биннинг, категоризация количественной переменной, весомость признака (WOE), информационная значимость (IV).

ANNOTATION. The article proposes a methodological approach and an algorithm for dividing of quantitative variables into categories, taking into account the trend in values of their weights of evidence (WOE). In the process of analyzing the specialized literature on binning issues and carrying out numerous experiments on real data, a number of requirements to algorithm of categorization of variables were

formulated. The algorithm implemented by means of the programming language R enables rapid binning of factors, simultaneously ensuring the trend of the WOE and observing the limitations on the volume of observations in each group. This approach demonstrated high efficiency of work including on big data.

KEYWORDS: *scoring model, binning, categorization of a quantitative variable, weight of evidence (WOE), information value (IV).*

Вступ. Адекватне оцінювання кредитоспроможності клієнтів банківських установ передбачає пошук механізмів підвищення ефективності скорингових моделей. Одним із головних напрямів у вирішенні цього завдання стає забезпечення врахування найрізноманітнішої інформації щодо позичальника, що визначатиме ризик його дефолту за зобов'язаннями. Оскільки рівень кредитоспроможності позичальника обумовлюється як кількісними факторами, так і якісними, про що вже наголошувалось вище, то важливо передбачити ефективну обробку в тому числі таких характеристик, як форма власності, пов'язані особи тощо для юридичних осіб, або ж стать, рівень освіти, посада та ін. для фізичних осіб, щоб на їх основі можна було будувати різноманітні скорингові моделі. Для отримання можливості врахування у статистичних скорингових моделях якісних показників виникає потреба в їх перетворенні у кількісну форму.

Одним з варіантів вирішення цього завдання є застосування підходу, коли певним характеристикам якісної змінної надаються номерні позначення: 0, 1, 2... Наприклад, такий показник, як «Освіта», може приймати значення: «незакінчена середня» – 1; «середня» – 2; «середньотехнічна» – 3, «вища» – 4 тощо. Однак за такого кодування може виникати некоректне впорядкування категорій, адже автоматично встановлюється, що позичальники з середньотехнічною освітою отримують нижчу кількісну оцінку, ніж з вищою освітою. Якщо подібним чином здійснити нумерацію регіонів країни, то такий підхід взагалі стає беззмістовним – кількісне значення одного регіону в кінці алфавіту може у десятки разів перевищувати номер регіону на початку списку, що взагалі нічого не означає з огляду на оцінку ризиковості кредитної поведінки його мешканців. Тож подібний підхід до переведення якісних змінних у числа є некоректним.

Інший підхід до кодування якісних характеристик базується на застосуванні фіктивних змінних, який полягає у позначенні належності досліджуваного об'єкта до певної категорії якісного показника бінарною маскою. Тобто, наприклад, характеристика «Освіта» буде представлена усіма бінарними фіктивними змінними, кожна з яких вказуватиме належність позичальника до відповідної категорії. Зокрема, для позичальника з вищою освітою

фіктивна змінна, що відповідає категорії «вища», матиме значення «1», а у шести інших категорій – «0». Звісно, для кодування семи класів якісного показника буде достатньо і шести фіктивних змінних, проте практично для всіх характеристик (як якісних, так і кількісних) додається ще клас з невідомими значеннями «NULL» (коли в базі даних відсутня інформація за цим показником щодо певного позичальника).

При цьому важливо розуміти, що із збільшенням кількості якісних характеристик за такого підходу випереджаючими темпами зростатиме кількість фіктивних бінарних змінних. До того ж, переважна більшість їх значень дорівнюватиме нулю. Тож, подібне розширення бази даних та кількості факторів суттєво ускладнюватиме процес побудови скорингових моделей та знижуватиме їх ефективність.

Метою статті є вивчення підходів до категоризації факторів для задач кредитного скорингу, а також розробка алгоритму формування категорій зі збереженням тренду.

Для переведення якісних змінних у числову форму було вирішено скористатись загальноприйнятим у скорингу підходом, що ґрунтується на розрахунку показника *WOE* (*Weight Of Evidence*), який для кожної підгрупи позичальників визначає узагальнену кількісну оцінку їх кредитної поведінки. Така оцінка базується на обчисленні часток надійних і ненадійних угод зажною підгрупою (категорією) показника відносно загальної кількості надійних і ненадійних угод, відповідно, із подальшим розрахунком *WOE* за формулою:

$$WOE_i = \ln\left(\frac{B_i}{G_i}\right), \quad i = \overline{1, k}, \quad (1)$$

де B_i – відношення кількості ненадійних позичальників у i -й категорії до загального числа ненадійних позичальників у вибірці; G_i – частка надійних угод за i -ю категорією відносно їх загальної кількості; k – кількість підгруп (категорій) змінної.

У спеціалізованій літературі [1, 2] рекомендується *WOE* розраховувати не тільки для якісних показників, але й для кількісних, попередньо здійснивши розбиття усієї множини значень відповідного показника на інтервали. І вже для кожного такого i -го інтервалу розраховується власне WOE_i .

У принципі, такий підхід має логічне підґрунтя. Адже не можна однозначно стверджувати, що, скажімо, заробітна плата у

20 тис. грн. вказує на значно менший кредитний ризик позичальника порівняно з тим, хто зазначив у кредитній заявці зарплату 4 тис. грн. По-перше, для отримання кредиту в умовах української дійсності зацікавлена особа може отримати практично будь-яку довідку по заробітній платі (хоча зазвичай навіть такої довідки не потрібно), тож високі її показники не гарантують, що вона є дійсно такою. По-друге, поширеною є практика зниження рівня офіційної зарплатні в комерційних організаціях з метою зменшення податкових відрахувань. Таким чином, категорія позичальників із зарплатою у 4 тис. грн. може виявитись навіть надійнішою, ніж позичальники з надвисокими доходами. І специфіку поведінки кожної з таких підгруп дозволить виявити саме розрахунок показників *WOE*. Натомість, оперування моделі з вихідними значеннями у 20 тис. грн. та 4 тис. грн. передбачало б на п'ятикратну перевагу першого позичальника із відповідним нарахуванням скорингового балу, що явно не відповідає логіці економічних процесів.

Також варто зауважити, що близько двох третин кредитних історій, що використовувались у наших попередніх дослідженнях, взагалі не містили інформації щодо рівня заробітної плати. Тож при побудові моделі на абсолютних значеннях цього показника більша частина статистичних спостережень була б виключена з навчальної вибірки. Крім того, якщо для нового позичальника рівень заробітної плати не вказаний, то така модель також не зможе бути застосована в оцінюванні його кредитного ризику.

Проте, *WOE* розраховується як для різних категорій якісного показника чи інтервалів кількісного показника, так і для окремої категорії, відповідної пропущеним даним. Таким чином, застосування *WOE* надає можливість зробити модель універсальною, тобто такою, яку можна використовувати за будь-якого наповнення даних щодо характеристик позичальників. На додаток до цього, при розрахунку *WOE* здійснюється переведення якісних та кількісних показників різної розмірності до нормалізованих числових значень, придатних для побудови скорингових моделей будь-якого типу.

Підсумовуючи зазначене вище підкреслимо переваги застосування показника *WOE* при побудові скорингових моделей [3], що полягають, насамперед, у можливості:

- 1) включити у модель пропущені значення змінних (оскільки часто у базах даних кредитних організацій різні позичальники характеризуються різними показниками, то без цієї властивості доводиться або відкидати спостереження, або видаляти пояснюючі змінні, що суттєво звужує застосовність моделі);

2) виключити вплив екстремальних викидів на якість моделі (що підвищує її стійкість та робастність);

3) привести всі вхідні змінні до однієї розмірності (для певних типів економіко-математичних моделей це є суттєвим, оскільки дозволяє виключити надмірний вплив окремих змінних на результат розрахунків).

Для оцінювання ефективності розбиття змінної на категорії та визначення загальної прогностичної сили категоризованого фактора (якісної чи кількісної характеристики, переведеної у категорії з розрахунком відповідного *WOE*) застосовується показник інформаційної значимості *IV* (*Information Value*) [4]:

$$IV = \sum_{i=1}^k (B_i - G_i) \cdot WOE_i . \quad (2)$$

Чим вищою є інформаційна значимість предиктора, тим сильнішою є залежність від нього вихідної змінної. Коефіцієнти *IV*, отримані в результаті розрахунку (2), за [4] інтерпретуються таким чином:

- $IV < 0,02$ – характеристика не має прогностичної сили;
- $0,02 \leq IV < 0,1$ – слабка прогностична сила;
- $0,1 \leq IV < 0,3$ – середня прогностична сила;
- $0,3 \leq IV < 0,5$ – висока прогностична сила;
- $0,5 \leq IV$ – відмінна прогностична сила категоризованої змінної.

Автори роботи [5] проблемною ділянкою побудови моделі оцінки кредитоспроможності вважають створення ефективної процедури розбиття кількісної характеристики на категорії, що б забезпечувало підвищення точності класифікації позичальників за рівнем їх надійності. Ця процедура дає можливість посилити робастність моделі (її стійкість до випадкових збурень і похибок у даних) та одночасно збільшити її адекватність, адже об'єднання дискретних значень змінних у категорії дозволяє виключити негативний вплив екстремальних викидів, замінюючи їх оцінками систематичного впливу категорії на результуючий показник. Процес категоризації вхідних змінних (або розбиття кількісних змінних на категорії) у скорингу ще називається біннінгом (англ. binning) [1].

Розробка ефективного алгоритму біннінгу зводиться до розв'язання задач визначення оптимального числа категорій та їх діапазонів для кожної з кількісних вхідних змінних. Загальноприйнятим правилом при розв'язанні цих задач є те, що кожна категорія має об'єднувати значення показника з однаковими вла-

стивостями відносно їх впливу на кредитоспроможність клієнта. Даному питанню була присвячена низка вітчизняних і закордонних публікацій, короткий аналіз яких подається нижче.

У статті А.С. Сорокіна [1] описано процес побудови скорингової моделі, починаючи з поділу даних на тестову та навчальну вибірки, та закінчуючи оцінкою параметрів логістичної регресії. Також детально описується процедура біннінгу кількісних змінних на основі розрахунку інформаційної значимості *IV* та показника вагомості ознаки *WOE*. Під час поділу змінних на категорії Сорокін керується:

- максимізацією показника інформаційної значимості змінної *IV* як критерію оптимальності біннінгу;
- необхідністю розбиття множини значень кількісного показника на категорії, які б забезпечували зростаючий або спадаючий тренд *WOE* при переході від однієї категорії до іншої;
- доцільністю об'єднання категорій з близькими значеннями вагомості ознаки *WOE* для посилення тенденції її зростання або спадання;
- потребою в забезпеченні суттєвої відмінності *WOE* у різних категоріях;
- обмеженням максимальної кількості категорій до 50.

На доцільності забезпечення суттєвої різниці *WOE* при переході від однієї категорії до іншої також було наголошено у джерелі [3], де Дж. Херманом проаналізовано три способи біннінгу:

- встановлення інтервалів категорій однакової довжини на множині можливих значень показника;
- поділ на категорії з однаковою кількістю прикладів;
- посилення різниці значень *WOE* між сусідніми категоріями.

Компанія FICO надає ряд рекомендацій щодо поділу кількісної змінної на категорії [7]:

- кожна категорія має містити достатньо значень, аби нівелювати вплив екстремальних показників і шуму в вибірці;
- кожна категорія має формуватись з елементів, ідентичних за мірою впливу на результуючу змінну;
- абсолютні показники інформаційної значимості *IV* змінної несуть мінімальне змістовне навантаження і мають використовуватись лише для порівняння.

У роботі [2] Н. Сіддікі пропонує такі базові рекомендації щодо проведення біннінгу:

- пропущені значення показника мають входити в окрему категорію;
- кожна категорія не може містити менше 5 % вибірки;

- кількість надійних чи ненадійних угод у категорії не мають дорівнювати 0.

У роботі Н.Б. Палкіна та В.В. Афанасьєфа [6] була досліджена проблема оптимального квантування (укрупнення вже утворених категорій) для підвищення точності бінарних класифікаторів. У процесі проведення експерименту вдавалось збільшити точність класифікації при значній втраті інформаційної значимості змінних. Такий результат ставить під сумнів роль показника інформаційної значимості IV як критерію ефективності категоризації пояснюючих змінних.

Попри те, що у проаналізованих вище публікаціях [1-7] алгоритм біннінгу був достатньо детально описаний і прокоментований, принципи розбиття кількісних змінних на категорії у цих роботах є надто відмінними між собою. Так, різняться рекомендації щодо: розмірів і кількості категорій, правил їх об'єднання, доцільності застосування показника інформаційної значимості тощо. Тому виникає потреба у перевірці адекватності розроблених раніше методів біннінгу, їх доповненні та розвитку, пошуку нових індикаторів ефективності поділу змінних на категорії, перевірки правил біннінгу та перегляду ролі показника інформаційної значимості.

Це зумовлює актуальність розробки методологічного підходу та алгоритмів проведення ефективної категоризації кількісних змінних у процесі побудови скорингових моделей.

Вирішення поставленого завдання зводиться до таких етапів: сформулювати гіпотези щодо оптимального поділу діапазону значень кількісних змінних на основі узагальнення світового досвіду з проведення біннінгу; здійснити алгоритмічну та програмну реалізацію процесів поділу кількісних змінних на категорії (відповідно до висунутих гіпотез) та побудови скорингових моделей для різних варіантів біннінгу вхідних даних; систематизувати результати експериментальних досліджень із обґрунтуванням відповідних висновків і рекомендацій.

Як зазначалось вище, створення ефективного алгоритму поділу кількісних змінних на категорії є нетривіальним завданням, оскільки не існує якогось визнаного критерію оптимальності для його розв'язання. Зокрема, компанія FICO, яка є «законодавцем» в області конструювання скорингових карт, наголошує, що встановити вичерпну процедуру оптимального біннінгу неможливо, адже це є питанням «мистецтва та науки» [7]. Проте, якщо спеціаліст у цій галузі може здійснити ефективний біннінг, керуючись своїми досвідом, інтуїцією, знаннями, то подібні навички можна

покласти в основу алгоритмів, підкріпивши їх додатковими перевітками, критеріями тощо.

У роботі [4] вказано, що оцінювання адекватності розбиття змінної на категорії може бути здійснено за показником інформаційної значимості (2). Однак, крім того, що не всі літературні джерела одностайні щодо коректності застосування цього показника у якості критерію оптимальності біннінгу, він несе ряд додаткових ускладнень, позаяк не задовольняє властивості адитивності:

$$\sum_{i=e}^g (B_i - G_i) \cdot WOE_i \neq (B_j - G_j) \cdot WOE_j, \quad (3)$$

де j – новоутворена категорія змінної, що складається з усіх категорій між e та g , де $e, g \in [1, k]$, $\left(B_j = \sum_{i=e}^g B_i, G_j = \sum_{i=e}^g G_i \right)$.

Вираз (3) означає, що сума показників IV кількох сусідніх категорій не дорівнює значенню даного показника для нової категорії після об'єднання цих сусідів. Нерівність (3) призводить до того, що пошук оптимальної кількості та діапазонів категорій для змінної не може бути задачею лінійного програмування, а вимагає комбінаторного перебору всіх можливих варіантів. Поставлена задача може бути розв'язана лише шляхом порівняння ефективності різних способів категоризації на основі проведення експерименту.

Беручи до уваги зазначені вище обмежені властивості коефіцієнта інформаційної значимості, які не дозволяють скористатись ним як єдиним критерієм оптимальності поділу кількісних змінних на категорії, у даній роботі вирішено здійснювати оцінювання ефективності біннінгу одночасно на основі виразу (2) та узагальненого показника адекватності моделі. Зважаючи на бінарну форму вихідної змінної, з цією метою застосуємо загальнозвживаний показник ефективності скорингових моделей – коефіцієнт Джині.

Здійснити дослідження впливу біннінгу на якість класифікатора можна в рамках методологічного підходу до проведення категоризації кількісних змінних у процесі побудови скорингових моделей, зміст якого полягає в реалізації таких етапів:

1) визначення інформаційної бази для досліджень, формування навчальної та тестової вибірок;

2) розбиття значень пояснюючих змінних на категорії за різними алгоритмами біннінгу;

3) розрахунок для кожної категорії за всіх варіантів біннінгу показників *WOE* та *IV*;

4) побудова скорингових моделей на навчальній вибірці для різних варіантів категоризації вхідних змінних;

5) оцінка адекватності побудованих скорингових моделей на тестовій вибірці за критерієм Джині;

6) аналіз отриманих результатів, формулювання висновків щодо ефективності алгоритмів біннінгу.

В рамках запропонованого методологічного підходу розробимо низку алгоритмів категоризації кількісних змінних та проведемо порівняльний аналіз їх ефективності з метою вибору найбільш адекватного з них.

У процесі аналізу спеціалізованої літератури з питань біннінгу та проведення численних експериментів на реальних даних автором було сформульовано низку вимог, яким має задовольняти алгоритм поділу кількісних змінних на категорії:

- усі записи показника, за якими відсутня інформація, мають бути об'єднані в окрему категорію з відповідним розрахунком її *WOE* та *IV*;

- у кожній окремій категорії мають бути представлені як виконані згідно умов договору, так і дефолтні кредити;

- одне значення показника не може бути поділене між різними категоріями (якщо кількість записів із таким значенням перевищує встановлений мінімальний розмір категорії, то усі такі записи утворюють єдину категорію);

- з метою забезпечення систематичного впливу вхідного показника на результуючу змінну значення *WOE* мають бути підпорядковані деякому тренду (тобто, *WOE* повинні або поступово спадати, або зростати при переході від першої до останньої категорії).

Усі інші специфікації алгоритму (доцільність застосування у біннінгу показника інформаційної значимості *IV*, обмеження на максимальну кількість категорій чи мінімальний розмір категорії, мінімальну різницю *WOE* між сусідніми категоріями, доцільність об'єднання сусідніх категорій тощо) можуть варіюватись залежно від особливостей сформованої вибірки даних чи бачення аналітика.

Доцільність встановлення мінімального розміру категорії обумовлюється необхідністю врахування систематичних змін показника та нівелювання впливу окремих випадкових викидів чи помилок у даних на результати розрахунку кредитного ризику.

Проте це прописувати окремою вимогою до алгоритму сенсу не було, адже навіть без чіткого визначення мінімального розміру, всі категорії будуть охоплювати більш-менш тривалий діапазон значень змінної через необхідність вміщення обох класів кредитів та забезпечення тренду змін *WOE*. Тож, встановлювати мінімальний розмір категорії чи ні, залишається на розсуд окремого аналітика або програміста.

В алгоритмі поелементного формування категорій, розробленому нами відповідно до сформульованих вище вимог та методологічного підходу проведення категоризації кількісних змінних, було вирішено ввести обмеження на мінімальний розмір категорії (зрештою, користувач системи, в основі якої покладено цей алгоритм, за бажання може це обмеження встановити на нульовому рівні).

Процес утворення категорій доречно розпочати з поступового об'єднання значень показника, доки їх кількість не перевищить мінімально встановлений розмір категорії (при додатковому аналізі наявності у категорії кредитів з обох класів). Звісно, такий процес немає сенсу розпочинати із середини діапазону значень даного показника – його варто ініціювати від початку або з кінця. І вже поступово розширювати створені категорії та додавати нові, забезпечуючи при цьому дотримання тренду змін *WOE*.

Однак, якщо проводити категоризацію з якогось одного кінця діапазону значень показника, то напрям тренду зміни *WOE* визначити практично неможливо. Адже після першої категорії мінімально встановленої довжини можуть йти кілька категорій із поступовим зменшенням *WOE*, але загальний тренд виявиться зростаючим. І щоб коректно здійснити біннінг такої змінної, алгоритм доведеться постійно повертати до першої категорії, поступово розширюючи її та корегуючи множину значень другої категорії. І так до останнього елементу, рекурсивно повертаючись на початок. Причому в якийсь момент може виявитись, що після тривалого зростання тренд *WOE* таки пішов на спад. І алгоритму доведеться заново здійснювати перерозбивку змінної від першої категорії.

Відповідно, у створеному нами алгоритмі поелементного формування категорій було вирішено розпочати біннінг одночасно з обох кінців діапазону значень змінної. Частіше за все напрям тренду вдається визначити на етапі формування крайніх груп елементів (категорій) за перепадом значень їх *WOE*. Ці групи генеруються з дотриманням двох додаткових умов (у доповнення до встановлених вище щодо наявності у них представників обох

класів та неможливості поділу одного значення показника між різними категоріями):

- розмір групи має перевищувати мінімально допустимий розмір;
- розширення діапазонів категорій (додавання нових елементів вибірки до цих груп) відбувається доти, доки збільшується різниця між їх *WOE*.

Після утворення цих крайніх категорій розпочинається формування нових у напрямку до середини множини значень показника. Якщо новостворені категорії відповідають визначеному тренду, то вони фіксуються і процес біннінгу продовжується далі у напрямі до центру загального діапазону. Якщо ж якась із категорій, що додається до крайньої, йде у розріз із встановленим трендом (наприклад, загальний тренд зміни *WOE* визначений як зростаючий, але друга категорія отримала оцінку *WOE* нижче за першу), то алгоритм буде поелементно збільшувати крайню категорію та, відповідно, зсувати сусідню, доки вони не відповідатимуть заданому тренду (для вказаного прикладу при розширенні першої категорії в якийсь момент її *WOE* стане нижчим, ніж у другій категорії).

Звісно, може статись, що якась із крайніх категорій отримала значення *WOE*, яке не відповідає загальній тенденції. Це буде виявлено з розширенням крайніх категорій, щоб вирівняти загальний тренд. У такому випадку алгоритм сам змінить напрям тренду на протилежний (зростаючий на спадний чи навпаки).

Розглянемо приклад категоризації кількісної змінної «Дохід». Початковий масив даних містить 4455 спостережень. З них 1254 щодо ненадійних та 3201 – надійних позичальників. У цій вибірці крім числових значень містяться також спостереження, де інформацію за доходом позичальника вказано не було (NA).

На початковому етапі всі унікальні значення доходу об'єднуються у групи з розрахунком для них *WOE* та *IV* (якщо кількість елементів із якимось одним значенням доходу є малою для визначення *WOE* та *IV*, то для такої групи на даному етапі за цими двома показниками будуть поставлені пропуски). Таких унікальних значень у вибірці виявилось 290. Фрагмент сформованої подібним чином бази наведено на рис. 1, де значення «good» та «bad» показують кількості «хороших» та «поганих» позичальників у відповідній групі.

Для подальшої роботи алгоритму виключимо NA із загального списку, оскільки ця група не може бути об'єднана з іншими. Мінімальний розмір категорій встановимо на рівні 1 % від вибірки,

тобто 45 спостережень. З кожною новою ітерацією роботи алгоритму до першої та останньої групи по чергово додаються їхні сусіди, доки кількість елементів у цих крайніх групах не перевищить заданий мінімальний розмір категорії та не припиниться збільшення різниці між їхніми *WOE*.

	min	max	good	bad	woe		iv
[1,]	NA	NA	14	20	-1.29379976	1.497616e-02	
[2,]	6	6	15	2	1.07777820	3.331563e-03	
[3,]	8	8	14	2	1.00878533	2.803149e-03	
[4,]	16	16	16	4	0.44916954	8.123884e-04	
[5,]	17	17	36	11	0.24849885	6.149242e-04	
[6,]	19	19	20	3	0.95999517	3.701456e-03	
[7,]	20	20	14	1	1.70193251	6.086426e-03	

Рис. 1. Фрагмент бази унікальних значень для змінної «Дохід»

Джерело: обчислено автором у RStudio

Процес поетапного формування категорій зображено у табл. 1. Наприклад, з таблиці видно, що на другому етапі було сформовано по дві категорії зверху та знизу. Також можна побачити, що нові категорії додаються з урахування тренду у значеннях *WOE* (у даному випадку спадного). Кількість нерозділених груп у таблиці – це та кількість груп унікальних значень показника, яка залишилась після формування верхніх та нижніх категорій на даному етапі.

Таблиця 1

ЗНАЧЕННЯ *WOE* ДЛЯ СФОРМОВАНИХ НА КОЖНОМУ ЕТАПІ КАТЕГОРІЙ

№ групи	№ етапу								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
2	-	-	0,603	0,603	0,603	0,603	0,603	0,603	0,603
3	-	-	-	0,478	0,488*	0,495*	0,505*	0,518	0,520
4	-	-	-	-	-	-	0,603**	0,603**	-
5	-	-	-	-	-	0,327	0,327	0,327	0,327

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	-	-	-	-	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187
7	-	-	-	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
8	-	-	-0,119	-0,119	-0,119	-0,119	-0,119	-0,119	-0,119
9	-	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474
К-ть нерозділених груп	290	251	226	132	76	38	14	0	0

Джерело: розраховано автором

Позначка «*» у табл. 1 вказує на те, що новоутворена на даному етапі група не відповідала тренду, тому була об'єднана з ближньою категорією зі свого краю діапазону значень показника. Категорія з позначкою «**» також не відповідала тренду і, оскільки межувала одночасно з двома вже сформованими категоріями, на завершальному етапі була об'єднана з одною із них за подібністю *WOE*. Графічна ілюстрація розподілу значень *WOE* для всіх категорій на сьомому етапі наведена на рис. 2.

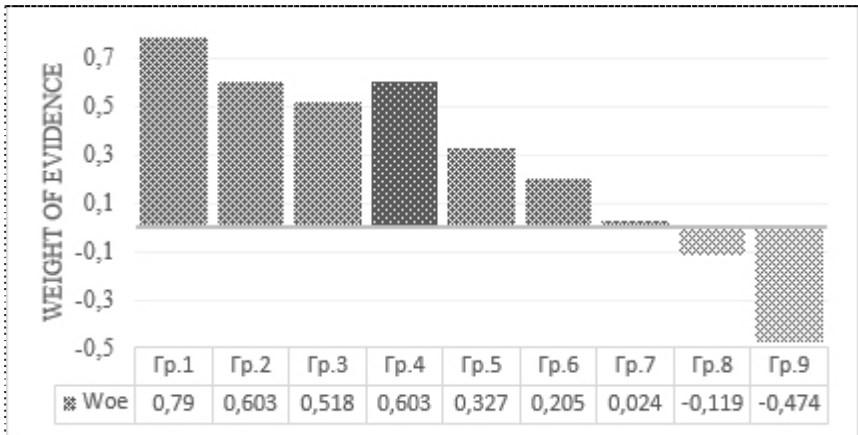


Рис. 2. Гістограма розподілу значень *WOE* для всіх категорій до перевірки на відповідність тренду

Джерело: розраховано автором

Після перевірки на дотримання тренду четверта категорія була приєднана до третьої, у зв'язку з чим гістограма розподілу значень *WOE* у кінцевому результаті набула вигляду, представленого на рис. 3. Вплив четвертої категорії на загальну структуру розподілу «хороших» і «поганих» позичальників з третьою виявився незначним, адже після їх об'єднання показник *WOE* у третій категорії зріс всього на 0,002.

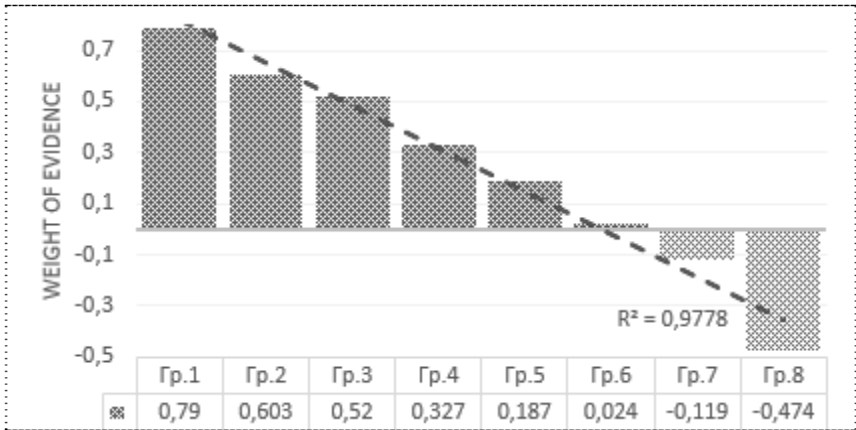


Рис. 3. Гістограма заключного розподілу значень *WOE* для всіх категорій кількісної змінної «Дохід»

Джерело: розраховано автором

Остаточні параметри всіх категорій, включно з групою із відсутніми даними (NA), наведені на рис. 4.

	min	max	good	bad	woe	iv
[1,]	NA	NA	14	20	-1.29379976	1.497616e-02
[2,]	0	16	45	8	0.79009613	6.066770e-03
[3,]	17	20	70	15	0.60332022	5.976758e-03
[4,]	21	152	1520	354	0.52004388	1.001370e-01
[5,]	153	172	92	26	0.32656722	2.614943e-03
[6,]	173	224	117	38	0.18746296	1.171277e-03
[7,]	225	248	34	13	0.02428635	6.189487e-06
[8,]	250	280	34	15	-0.11881450	1.592164e-04
[9,]	283	959	367	231	-0.47418068	3.298347e-02

Рис. 4. Характеристики всіх категорій змінної «Дохід», сформованих із дотриманням тренду в їх *WOE*

Джерело: розраховано автором

При розробці алгоритму біннінгу був досліджений також варіант попередньої обробки даних, коли здійснювалось об'єднання сусідніх груп, утворених із унікальних значень показника, для яких відсутні представники якогось одного класу (нульове значення поля «good» або поля «bad»). Такий підхід зменшує загальну кількість ітерацій, проте значення *WOE* за категоріями формуються менш рівномірно. Наприклад, коефіцієнт детермінації R^2 лінійного тренду для опису *WOE* зображених на рис. 3 категорій, які сформовані без попереднього об'єднання початкових груп із відсутніми представниками одного з класів, становить 0,978, а для варіанту з об'єднанням $R^2 = 0,968$.

Зауважимо, що на діапазони та загальну кількість категорій здійснює суттєвий вплив обмеження щодо мінімального їх розміру. Гістограми для біннінгу з мінімальним розміром категорій 3 % від загального обсягу вибірки (щонайменше 134 спостереження у категорії для досліджуваного масиву даних) та 5 % (223 спостереження) мають вигляд, представлений на рис. 5 та 6, відповідно (на рисунках не відображено групу з NA).

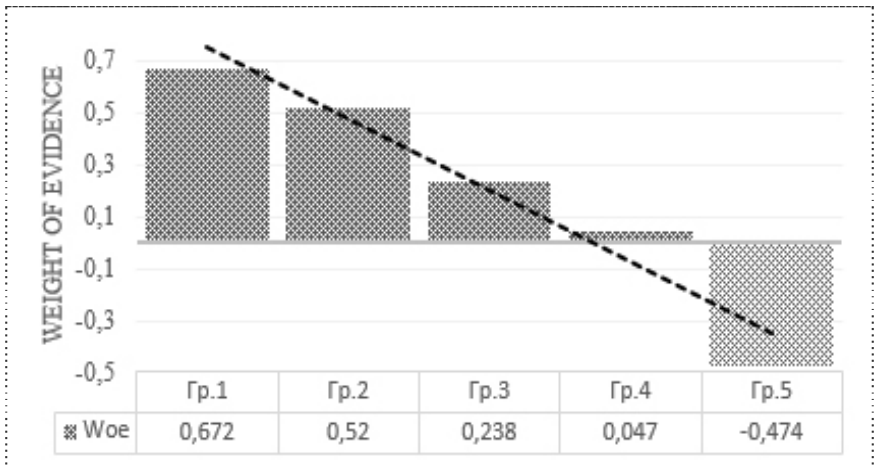


Рис. 5. Заключний вигляд категорій з урахуванням тренду для мінімального розміру групи 3 %

Джерело: розраховано автором

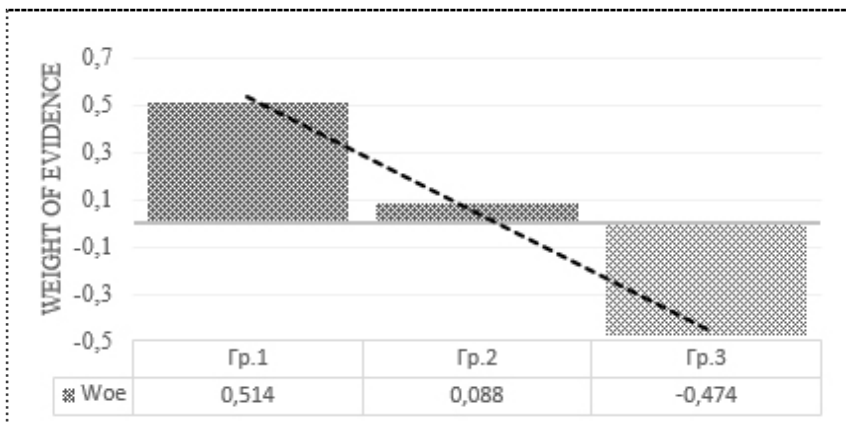


Рис. 6. Заключний вигляд категорій з урахуванням тренду для мінімального розміру групи 5 %

Джерело: розраховано автором

Для визначення оптимального розміру категорій необхідно проводити додаткові експериментальні дослідження із побудовою набору математичних моделей та порівнянням їх показників Джині або інших критеріїв адекватності скорингових моделей.

Висновки. Розроблений методологічний підхід до формування категорій кількісних змінних розширює прикладне застосування біннінгу як для задач кредитного скорингу, так і для інших задач бінарної класифікації. Створений алгоритм стане основою для підвищення точності розроблюваних математичних моделей, їх стійкості до випадкових збурень і похибок у даних, адже об'єднання дискретних значень змінних у категорії дозволяє виключити негативний вплив екстремальних викидів, замінюючи їх оцінками систематичного впливу категорії на результуючий показник.

Література

1. *Сорокин А. С.* Построение скоринговых карт с использованием модели логистической регрессии. [Электронный ресурс] / А.С. Сорокин // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – Вып. 2. – С. 1–29. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/180EVN214.pdf>.
2. *Siddiqi N.* Credit risk scorecards: developing and implementing intelligent credit scoring / N. Siddiqi. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2006. – 196 p.

3. Herman J. R Package 'smbinning': Optimal Binning for Scoring Modeling [Электронный ресурс] / J. Herman. — 2015, March 24. — Режим доступа: <http://blog.revolutionanalytics.com/2015/03/r-package-smbinning-optimal-binning-for-scoring-modeling.html>.

4. Ковалев М. Методика построения банковской скоринговой модели для оценки кредитоспособности физических лиц / М. Ковалев, В. Корженевская // Вестник Ассоциации белорусских банков. — 2007. — № 46. — С. 16–20.

5. Коляда Ю. В., Бондар В. А. Біннінг у нейромережевих скорингових моделях // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці.— 2016.— № 5.— С. 6–80.

6. Building Powerful, Predictive Scorecards: An overview of Scorecard module for FICO Model Builder // Fair Isaac Corporation. — 2014. — March. — 46 p. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.fico.com/en/wp-content/secure_upload/Building_Powerful_Predictive_Scorecards_1991WP.pdf.

7. Палкин Н.Б. Оптимальное квантование для повышения качества бинарных классификаторов / Н.Б. Палкин, В.В. Афанасьев // Штучний інтелект. — 2013. — № 4. — С. 392–399.

References

1. Sorokin, A. S. (2014). Postroyeniye skoringovykh kart s ispolzovaniyem modeli logisticheskoy regressii. *Naukovedeniye (Science of Science)*, 2, 1-29 [in Russian].

2. Siddiqi, N. (2006). *Credit Risk Scorecards: Developing and Implementing Intelligent Credit Scoring*. New Jersey, USA: John Wiley and Sons.

3. Herman, J. (2015, March 24). *Optimal Binning for Scoring Modeling*. Retrieved from <http://blog.revolutionanalytics.com/2015/03/r-packagesmbinning-optimal-binning-for-scoring-modeling.html>.

4. Kovalev, M., & Korzhenevskaya, V. (2007). Metodika postroyeniya bankovskoy skoringovoy modeli dlya otsenki kreditosposobnosti fizicheskikh lits. *Vestnik Assotsiatsii belorusskikh bankov (Bulletin of the Belarusian Banks Association)*, 46, 16-20 [in Russian].

5. Kolyada, Y. V., & Bondar, V. A. (2016). Binninh u neyromerezhevykh skorynhovykh modelyakh. *Neyro-nechiitki tekhnolohiyi modelyuvannya v ekonomitsi (Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics)*, 5, 60-80 [in Ukrainian].

6. Fair Isaac Corporation. (2014, March). *Building Powerful, Predictive Scorecards: An overview of Scorecard module for FICO Model Builder*. Retrieved from http://www.fico.com/en/wp-content/secure_upload/Building_Powerful_Predictive_Scorecards_1991WP.pdf.

7. Palkin, N.B., & Afanasiev, V. V. (2013). Optimal'noye kvantovaniye dlya povysheniya kachestva binarnykh klassifikatorov. *Shtuchnyy Intelekt (Artificial Intelligence)*, 4, 392–399 [in Russian].

Моделювання та інформ. системи в економіці : зб. наук. праць /
відп. ред. В. К. Галіцин. 2017. № 93. 1 — 232 с.

Для заметок

Для заметок