

ISSN 2695-0243  
ISBN 978-80-88474-17-3  
DOI 10.47451/col-024-2023



# EUROPEAN SCIENTIFIC e-JOURNAL

ISSUE 24

MARCH 31, 2023



**ACTUAL ISSUES OF  
MODERN SCIENCE**



GLOBAL SCIENCES IN THE NAME OF HUMAN DEVELOPMENT

# **EUROPEAN SCIENTIFIC E-JOURNAL**

ISSN 2695-0243

DOI 10.47451

ISSUE 24

**ACTUAL ISSUES OF MODERN SCIENCE**

DOI 10.47451/col-024-2023

Tuculart Edition  
EU, Czech Republic  
2023



Actual Issues of Modern Science. Collection of Scientific Articles.  
European Scientific e-Journal, 24. Ostrava: Tuculart Edition &  
European Institute for Innovation Development, 2023. – 136 p.

ISSN 2695-0243  
ISBN 978-80-88474-17-3

Editor-in-Chief of the Issue  
Maxime Bahtin  
Full Professor, Doctor of Philosophy

Chief Reviewer of the Issue  
Ivan Pfanenstiel  
Full Professor, Doctor of Philosophy

Director of the Issue  
Anisiia Tomanek  
Master of Social Sciences and Cultural Studies

Designed by Ekaterina Rusakova

Design Partner: International Design

**IDS**  
INTERNATIONAL  
DESIGN SCHOOL



## Table of Contents

### Economics

<i>Belanova, K.</i> Business environment of SMEs in the Slovak Republic in the context of evaluation of international and domestic institutions	7
<i>Batrak, O. V.</i> Assessing the systemic risk of a country's financial sector (In Ukrainian)	16
<i>Druzhyńska, N. S.</i> Problems of implementation in Ukraine of the report on payments in favour of the state in the context of ensuring transparency of forestry activities and priorities of sustainable development (In Ukrainian)	33
<i>Semykina, M. V.</i> Employment transformation in the context of digitalisation of the economy and Ukraine's movement to the European Union (in Ukrainian)	41

### Innovations & Technologies

<i>Brychik, A., &amp; Komissarov, P. V.</i> Hypernormal distribution theory: Analysis of the set of extreme random variables models	56
<i>Zakharov, A. V.</i> Influence of the composition of the flux, type and polarity of the current on the efficiency of electrochemical processes in the electroslag system (in Ukrainian)	82
<i>Solovei, H. M.</i> Innovative technologies for preserving printed publications (in Ukrainian)	90
<i>Bunke, O. S.</i> Methods of applying neural network algorithms in forecasting of energy consumption level at systems of automated electricity distribution (in Ukrainian)	100

### History

<i>Lebedev, S. V.</i> Year of futurism: Who and how will move the science of the future	109
<b>For citations</b>	135





**Katarína Belanová**, Associate Professor, Philosophiae Doctor, Department of Finance  
Faculty of National Economy, University of Economics. Bratislava, Slovakia.  
ORCID: 0000-0003-2634-9238

### **Business environment of SMEs in the Slovak Republic in the context of evaluation of international and domestic institutions**

*Abstract:* Small and medium-sized enterprises play an important and irreplaceable role in the market economy. A key condition for their functioning and further development is a high-quality business environment. The study purpose is to evaluate the business environment in the Slovak Republic according to selected specialized international and domestic assessments. The most frequently used methods include qualitative and quantitative research, thanks to which a more comprehensive view of various areas and specifics of the business environment can be obtained. This article is based on selected quantitative surveys. Findings of the 2021 Global Entrepreneurship Monitor point to the need for further simplification of the conditions for starting a business, as more than half of Slovaks are convinced that it is not easy to start a business in Slovakia. According to the Business Environment Index, Slovak entrepreneurs perceive the worst situation in the area of price stability when evaluating the second half of 2022. Based on the results, we recommend some measures for improving of the business environment.

*Keywords:* business environment, small and medium-sized enterprises, Global Entrepreneurship Monitor, Business Environment Index.



**Katarína Belanová**, Docent, Doktor, Katedra financií, Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita. Bratislava, Slovensko. ORCID: 0000-0003-2634-9238

### **Podnikateľské prostredie MSP v SR v kontexte hodnotení medzinárodných a domácich inštitúcií**

*Abstrakt:* Malé a stredné podniky zohrávajú dôležitú a nenahraditeľnú úlohu v trhovej ekonomike. Kľúčovou podmienkou pre ich fungovanie a ďalší rozvoj je vysokokvalitné podnikateľské prostredie. Cieľom článku je zhodnotiť podnikateľské prostredie v SR podľa vybraných medzinárodných a domácich hodnotení. Podľa zistení 2021 Global Entrepreneurship Monitor je potrebné naďalej zjednodušovať podmienky pre začatie podnikania, nakoľko viac ako polovica Slovákov si myslí, že založiť podnik v SR nie je ľahké. Podľa Indexu podnikateľského prostredia, podnikatelia v SR vnímajú za 2. polrok 2022 najhoršiu situáciu v oblasti stability cien. Na základe výsledkov z týchto hodnotení navrhujeme opatrenia pre zlepšenie podnikateľského prostredia.

*Keywords:* podnikateľské prostredie, malé a stredné podniky, Global Entrepreneurship Monitor, Index podnikateľského prostredia.



#### **Abbreviations:**

SMEs – small and medium-sized enterprises

GEM – Global Entrepreneurship Monitor  
BEI – business environment index  
BAS – Business Alliance of Slovakia  
SR – Slovak Republic  
APS – adult population survey  
NES – national expert’s survey

## Introduction

Small and medium-sized enterprises represent the most important segment in the business environment of almost every economically developed country. They are an important source of economic growth and bring innovative products to the market.

According to the BEM (*Business Environment Monitoring, 2023*), in 2022, SMEs accounted for 99.9% of the total number of business entities in the Slovak economy. They account for almost two-thirds of employment in the corporate economy and contribute by more than half to the total added value.

Positive benefits of business for society are primarily based on the creation of optimal conditions for its realization, as well as on the implementation of measures from regularly implemented measurements and analyzes of the needs and satisfaction of business entities. It is very important to monitor the quality of the business environment more intensively in times of uncertainty and changes brought to the market by the coronavirus pandemic. Creating suitable conditions for business is necessary at the current time, because the willingness to do business can be reduced in times of uncertainty. It is the task of the state, based on research, to systematically understand the pulse of the business environment, to create mechanisms for its continuous improvement, as well as to actively and effectively communicate them. Given the current situation on the market, it is also desirable to identify barriers that prevent or complicate the start-up of a business, or its development, promptly remove them and continue to simplify the entire mechanism of implementing business activities (*Správa o stave MSP 2022*).

For the purpose of better knowledge and understanding of the business environment, a number of different research approaches and methods are used. The most frequently used methods include qualitative and quantitative research, thanks to which a more comprehensive view of various areas and specifics of the business environment can be obtained. This article is based on selected quantitative surveys.

Specifically, it is the Global Entrepreneurship Monitor project (*Monitor GEM ..., 2023*), which brings together researchers from all over the world and publishes one of the world’s most important studies about business dynamics. How the business environment is perceived by the entrepreneurs themselves is revealed by the Business environment index elaborated the Business Alliance of Slovakia (*Index podnikateľského prostredia, 2023*).

## Characteristics of SMEs in the Slovak Republic

In Slovakia, enterprise is taken from the broad point of view, in accordance with the Commission Recommendation 2003/361/EC of 6 May 2003 as „an enterprise is any entity engaged in an economic activity, irrespective of its legal form“ (*Commission Recommendation ..., 2003*). It is the economic activity that is the determining factor, not the legal form. In practice,

this means that the self-employed, family firms, partnerships and associations or any other entity that is regularly engaged in an economic activity may be considered as enterprises.

In the article, we apply the size categories of enterprises resulting from the recommendation of the European Commission no. 2003/361/EC of May 6, 2003 on the definition of micro, small and medium enterprises and Commission Regulation (EU) no. 651/2014 of Annex I (*Regulation ..., 2023*).

Based on the above-mentioned documents, the following three criteria are considered when defining an SME:

- staff headcount,
- annual turnover,
- annual balance sheet amount.

The most important size criterion, which must always be met, is the criterion of employment or number of workers. However, the number of employee's criterion is supplemented by two other financial criteria, of which the company must meet at least one of them. When classifying a company as an SME, one of the following possible combinations of assessment is compared: (1) number of employees and annual turnover, or (2) number of employees and total annual balance sheet amount.

A change in the status of an enterprise as an SME, or a small enterprise or a micro-enterprise within the set of SMEs, occurs only after exceeding the size criteria in two consecutive accounting periods. Based on this definition, the group of small and medium-sized enterprises includes business entities that employ less than 250 people and whose annual turnover does not exceed 50 million Euros and/or the total annual balance sheet does not exceed 43 million Euros. Individual size categories of small and medium enterprises are determined according to the threshold values of the above criteria (*Table 1*) [1].

Basic quantitative indicators characterizing the state of the SME sector include their number. According to the data of the Statistical Office of the Slovak Republic, there was an increase in the number of small and medium-sized enterprises in 2022. The achieved growth was 5.7%. In absolute terms, the number of active SMEs was 670,161 (*Figure 1*). In a year-on-year comparison, the number of SMEs increased by 35,852 entities. From the point of view of the individual size categories of enterprises, the most dynamic increase in numbers occurred in the group of micro-enterprises with 0-9 employees, by 5.8% year-on-year. In the case of other size categories of SMEs, no significant changes were recorded.

The business sector in Slovakia has long been characterized by a high representation of micro-enterprises (*Atlas MSP na Slovensku, 2021*). Of the total number of active business entities in 2022, micro-enterprises accounted for up to 97.6%. Small (2.0%) and medium-sized enterprises (0.4%) have a significantly lower representation. The sectoral structure of SMEs is characterized by the most significant representation of the service sector (*Figure 2*).

From the viewpoint of the structure of SMEs by ownership, privately owned SMEs clearly dominate (*Figure 3*).

In the structure of SMEs according to legal forms, natural persons – self-employed persons (60.3%) prevail despite the continuous decline in their representation. Even though the number of SMEs – legal persons increased year-on-year, their share in the total number of SMEs decreased to 39.7% in 2022.

The majority of SMEs in Slovakia develop their activities in the Bratislava region.

In 2021, small and medium-sized enterprises achieved a 74.3% share of employment in the corporate economy. The share of SMEs in total employment in the SR economy was 59.0%. Despite the support measures taken to maintain employment, the average number of employed persons in the category of small and medium-sized enterprises (including natural persons – self-employed persons) decreased year-on-year by 0.8% (by 10.9 thousand) to 1,390,000 employed persons. Employment in the SME sector declined for the second year in a row. Medium-sized enterprises had the biggest problem keeping their employees, whose employment decreased by 6.1% year-on-year. Microenterprises recorded a decrease in employment by 4.6%. The average number of persons employed by natural persons – self-employed persons has hardly changed.

Shortly, as we stated, there was an increase in the number of small and medium-sized enterprises in 2022. Of the total number of active business entities in 2022, micro-enterprises accounted for up to 97.6%. Despite the support measures taken to maintain employment, employment in the SME sector declined in 2021 for the second year in a row.

### **Business environment in the context of evaluation of international and domestic institutions**

#### *Global Entrepreneurship Monitor*

Project brings together researchers from all over the world and is behind one of the world's most important studies on business dynamics. GEM sets three priority goals: to measure differences in the level of entrepreneurial activity between countries, to reveal the factors that influence the level of entrepreneurial activity in individual countries, and to propose policies that can increase the national level of entrepreneurial activity. The information is updated annually on two levels. The first is an adult population survey (APS) with a representative sample of at least 2,000 respondents. The second level consists of a survey of national experts (NES). Slovakia has been a part of the Global Business Monitor continuously since 2011. The results of the GEM survey of the adult population (APS) in 2021 point to a decrease in the perception of good business opportunities in their surroundings.

In a year-on-year comparison, the representation of respondents who perceive suitable business opportunities decreased (by 7.5 p.p.) to 33.4%. The relatively high self-confidence of Slovaks, which in recent years was manifested in a high perception of their knowledge and skills, which are necessary for starting a business, was not confirmed in 2021. Year-on-year, the perception of one's own knowledge and skills for starting a business in Slovakia decreased by 14.6 p.p. to 41.8%. Social attitudes towards business have been improving in Slovakia in recent years. More than half of the respondents (52.4%) consider entrepreneurship to be a suitable career choice. In a year-on-year comparison, this represents an increase of 3.1 p.p. The perception of successful entrepreneurs and the associated social status has slightly worsened. More than half (55.6%) of Slovaks believe that success in business is associated with social recognition.

In 2020, almost two-thirds (62.1%) of the population thought that successful entrepreneurs are recognized. In Slovakia, the fear of failure would deter 46.0% of the population who see business opportunities, which represents a slight decrease compared to 2020 (48.7%). The majority of people in Slovakia (54%) personally know at least one person who started a business

within the last 2 years, while every fourth resident knows more than one entrepreneur. The results of the survey further point to the need for further simplification of the conditions for starting a business, as more than half (60.5%) of Slovaks are convinced that it is not easy to start a business in Slovakia (*Figure 4*).

Thus, the representation of respondents who perceive suitable business opportunities decreased according to GEM. The relatively high self-confidence of Slovaks, which in recent years was manifested in a high perception of their knowledge and skills, which are necessary for starting a business, was not confirmed in 2021. Year-on-year, the perception of one's own knowledge and skills for starting a business in Slovakia decreased.

#### *Business Environment Index*

Since 2001, Business Alliance of Slovakia has been recording the development of entrepreneurs' opinions on the state of the business environment in the Slovak Republic through Business environment index, which makes this index unique in the Slovak Republic. At the same time, entrepreneurs regularly comment on the laws adopted in the given period and evaluate their importance and their benefit for the business situation.

BEI is a feeling index that captures the perception of entrepreneurs on the development of selected parameters of the business environment. It does not indicate the absolute quality of the business environment, but reflects the perception of entrepreneurs. They indicate the shift in 15 areas with the values +3 extreme improvement, +2 significant improvement, +1 moderate improvement, 0 no change, -1 moderate deterioration, -2 significant deterioration, -3 extreme deterioration. Negative values of the index may not mean that the business environment is necessarily deteriorating, but they may testify to the prevailing pessimism of entrepreneurs.

Currently, BAS publishes the 74<sup>th</sup> value of the IPP index, which captures its changes for the second half of 2022 (*Table 2*). This represents a horizon of 21 years. 65 business entities participated in the IPP survey for the second half of 2022.

Almost 94% of the interviewed businessmen evaluate negatively the situation in the area of price stability (inflation and stagflation) in the second half of 2022.

Inflation affects the business in many ways and its impact is reflected in the overall operation and life of the business. It has the most significant effect on changes in the prices of inputs and outputs, while these changes are generally uneven. The higher the inflation rate, the more intense and faster the changes (*Ekonomický a menový vývoj, 2022*).

The business sector is exposed to more significant effects of inflation than households. Businesses face a faster increase in input prices than households. The prices of several commodities and goods grew dynamically during the entire year 2022, while this price growth spills over into an increasingly wide range of goods. The most significant year-on-year price growth is present in energy commodities (*Indexy cien ..., 2022*).

As *Figure 5* shows, the prices of industrial producers for the domestic market were 38.1% higher year-on-year in November 2022. This was a significant slowdown in the dynamics of producer price growth, as the previous three months the producer price growth exceeded the level of 50%. The prices of materials consumed in the construction industry continued to reduce the growth rate and reached below 15%. Agricultural products were 39% more expensive year-on-year.

In this regard, The Ministry of Economy of the Slovak Republic provided subsidies to companies to cover additional costs due to the increase in gas and electricity prices as early as December 2022, and plans to continue this this year as well (*Dotácie na energje, 2023*).

According to the survey, the second area in which the situation has shifted for the worse in the second six months of 2022 is political culture and the functionality of the political system (85%).

According to almost 78% of the interviewed entrepreneurs, the third biggest worsening of the situation occurred in the sustainability of public finances and the efficiency of state management.

Entrepreneurs perceive the most significant improvement in the situation in the first half of this year in the area of performance, productivity and profitability (29%).

Thus, of the interviewed businessmen themselves evaluate negatively the situation in the area of price stability (inflation and stagflation) in the second half of 2022. Regarding this, businesses face a faster increase in input prices than households. Other areas negatively evaluated are: political culture and the functionality of the political system sustainability of public finances and the efficiency of state management.

### **Conclusion**

Due to the economic and social importance of SMEs for the Slovak economy, it is necessary to monitor and improve the business environment for their development.

The results of the GEM survey in 2021 show that the relatively high self-confidence of the adult population in business in Slovakia, which was manifested mainly in the perception of their knowledge and skills, which are necessary for starting a business, has decreased. Self-confidence of Slovaks in business is hampered by fears of possible failure. Year-on-year, the perception of one's own knowledge and skills for starting a business in Slovakia decreased by 14.6 p.p. to 41.8%. 40.9% of Slovaks perceive good business opportunities in their surroundings. Compared to 2020, their share decreased by 7.5 percentage points. The perception of successful entrepreneurs and the associated social status also slightly deteriorated. The majority of Slovaks (60.5%) are convinced that it is not easy to start a business in Slovakia.

According to Business Environment Index, which is a feeling index capturing the perception of entrepreneurs on the development of selected parameters of the business environment, almost 94% of entrepreneurs assesses negatively the situation in the area of price stability (inflation and stagflation) for the second half of 2022.

Support for the establishment and growth of businesses, especially small and medium-sized enterprises, is one of the key activities that ultimately increases the performance of not only regions, but also the entire economy. In accordance with the needs of SMEs, it is therefore still necessary to continue to improve the efficiency of support for SMEs (at the regional and national level). Business support is an important tool for the development and stabilization of the business sector and the country's competitiveness. To support a stable business environment, it is necessary to continuously continue in the systematic cooperation and coordinated approach of all involved departments, as well as to take into account the proposals and recommendations of individual entities. Mutual and intensive cooperation should aim at improving the business conditions of SMEs.



### References:

- Atlas MSP na Slovensku. (2021). SBA. <https://www.sbagency.sk/sites/default/files/atlas-msp.pdf>
- Business Environment Monitoring. (2023). <https://monitoringmsp.sk/2023/02/23/pravidelne-prieskumy/>.
- Commission Recommendation 2003/361/EC of 6 May 2003. (2003). EC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32003H0361>
- Dotácie na energie. (2023). MH SR. <https://energiodotacie.mhsr.sk/>
- Ekonomický a menový vývoj. (2022). NBS. <https://www.nbs.sk/sk/publikacie/ekonomicky-a-menovy-vyvoj>
- Indexy cien priemyselných výrobcov v SR č. 11/2021. (2022). ŠÚ SR. <https://slovak.statistics.sk/>
- Index podnikateľského prostredia. (2023). PAS. <https://www.alianciapas.sk/category/ipp/>
- Monitor GEM 2022/2023 Global Report. (2023). Global Entrepreneurship. <https://www.gemconsortium.org/reports/latest-global-report>
- Regulation 2014/651 – Commission Regulation 651/2014. (2023). EU Monitor. <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vjla4dw2rcv7>
- Správa o stave MSP 2022. (2022). SBA. <https://www.sbagency.sk/stav-maleho-a-stredneho-podnikania>

### Notes:

- [1] These ceilings apply to the figures for individual firms only. A firm that is part of a larger group may need to include staff headcount/turnover/balance sheet data from that group too.



### Appendix

Table 1. Definition of SMEs

Company category	Staff headcount	Turnover	And/or	Balane sheet total
Medium-sized	<250	≤€50m		≤€43m
Small	<50	≤€10m		≤€10m
Micro	<10	≤€2m		≤€2m

Source: Author according to EU recommendation 2003/361

Table 2. BEI value. Second half of 2022 (in %)

Aspect	Deterioration	Improvement
Price stability	94	3
Political culture	85	5
Sustainability of public finance	78	6
Law measures	69	5
Stability and quality of inputs	57	12
Access to financial sources	53	3
Labour-law legislation	52	14
Bureaucracy	52	8
Workforce	51	5
Tax-levy legislation	42	11
Enforceability of law	38	5
Trade partners	38	9
Productivity of business	38	29
State institutions	20	20
Corruption	17	18

Source: BAS

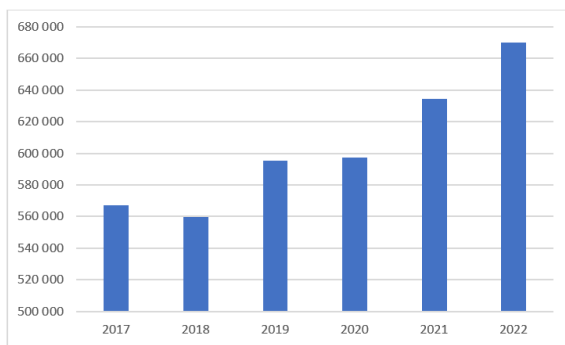


Figure 1. Development of the number of SMEs. (Author, according to data of the Statistical office of the SR)

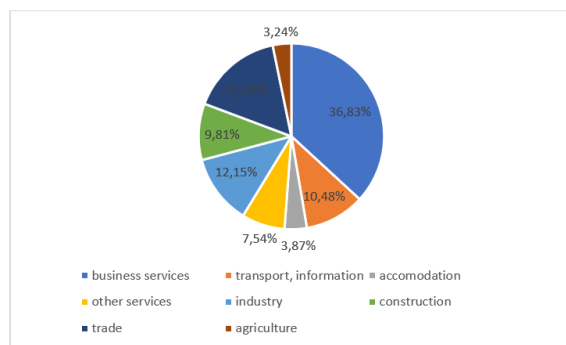


Figure 2. Sectoral structure of SMEs – legal persons in 2022. (Author, according to data of the Statistical office of the SR)

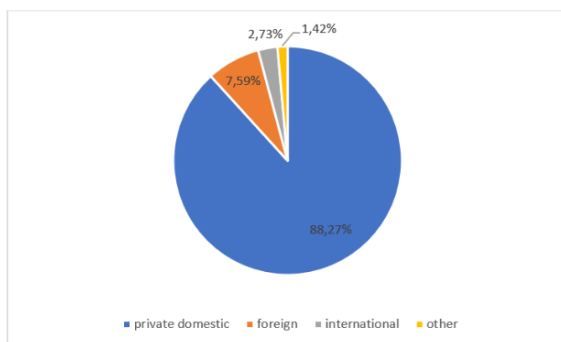


Figure 3. Structure of SMEs according to the ownership. (Author, according to data of the Statistical office of the SR)

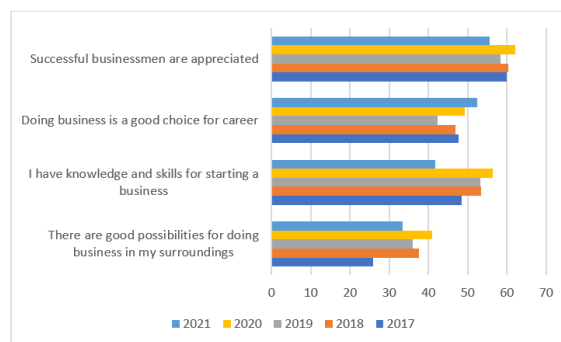


Figure 4. Selected approaches of the Slovaks to entrepreneurship (in %). (Author, according to data of GEM)



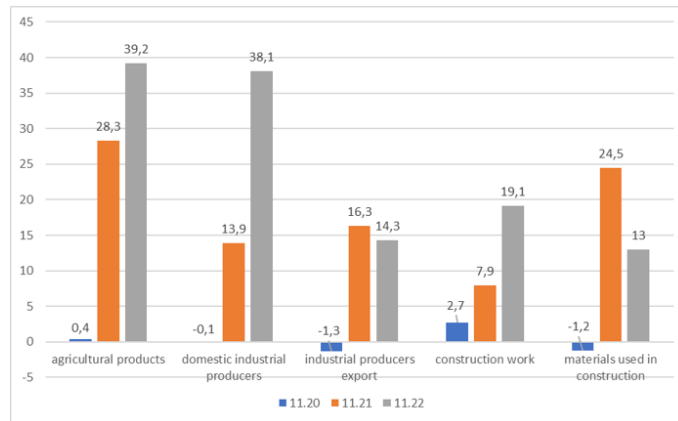


Figure 5. Price change in the production sector (year-on-year in %). (Author, according to the Statistical Office of the SR)

**Olha V. Batrak**, PhD in Economics, Senior Lecturer of the Department of Finance and Business Consulting, Kyiv National University of Technology and Design. Kyiv, Ukraine.

### **Assessing the systemic risk of a country's financial sector**

*Abstract:* Assessment of systemic risk is a mandatory element of effective public regulation of the financial sector, which aims to ensure its financial stability. The quality of analytical work conducted, and analytical data generated based on its results, are the basis for the development and adoption of sound regulatory decisions that minimize the emergence of systemic risk of the financial sector and mitigate the negative consequences of its implementation. The article deals with current theoretical and methodological and applied issues of assessment of systemic risk of the financial sector, based in an integrative systems and processes approach. The paper singles out information and analytic, diagnostic, preventive, signaling and control functions of assessment of systemic risk of the financial sector. The structure of the institutional subsystem of assessment of systemic risk of the financial sector of Ukraine with the in-depth coverage of the role of the NBU has been considered in detail. To achieve the purpose of the study, we summarized approaches to the disclosure of the essence of the concept of «systemic risk», which made it possible to identify the characteristics of systemic risk of the financial sector as an object of assessment. The stochastic and non-linear nature of the systemic risk of the financial sector requires innovative tools to identify patterns of the financial sector of the economy as a complex dynamic system, the formation of a system of indicators, which can be combined into different consistent scenarios. In view of domestic and international experience, we have determined the key instruments that form an instrumental component of assessment of systemic risk of the financial sector, which should provide its structural and cyclical measurement. It was determined that the assessment of systemic risk of the financial sector can have a «horizontal» perspective, where the focus is on the financial sector, and a «vertical» perspective, which predominantly considers the bilateral interaction between the financial system and the economy. The main tool for assessing systemic risk of the financial sector is macro-prudential stress testing. It was determined that the instrumental component of assessment of systemic risk of the financial sector under the NBU approach includes monitoring of indicators; analysis of financial and industrial groups with emphasis on their solvency; stress testing and qualitative analysis of the obtained data.

*Keywords:* financial sector, financial stability, systemic risk, systemic risk of the financial sector, assessment, stress testing.



**Ольга Володимирівна Батрак**, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри фінансів та бізнес-консалтингу, Київський національний університет технологій та дизайну. Київ, Україна. (УДК 336.71:311.17)

### **Оцінювання системного ризику фінансового сектору країни**

*Анотація:* Оцінювання системного ризику є обов'язковим елементом ефективного державного регулювання фінансового сектора, що має на меті забезпечення його фінансової стабільності. Якість проведеної аналітичної роботи та сформовані за її результатами аналітичні дані є підґрунтям для розроблення та прийняття обґрунтованих регуляторних рішень, що забезпечують мінімізацію виникнення системного ризику та нівелювання негативних наслідків його реалізації. У статті висвітлено актуальні теоретико-методичні та прикладні питання формування та використання оцінювання системного ризику фінансового сектора за інтегративним системно-процесним підходом. Виділено інформаційно-аналітичну, діагностичну, превентивну, сигнальну

та контрольну функції оцінювання системного ризику фінансового сектора. Детально розглянуто структуру інституційної підсистеми оцінювання системного ризику фінансового сектора України з поглибленими висвітленням ролі НБУ. Для досягнення мети дослідження узагальнено підходи до розкриття сутності концепту «системний ризик», що дозволило визначити характеристики системного ризику фінансового сектора як об'єкту оцінювання. Стохастичний та нелінійний характер системного ризику фінансового сектора потребує інноваційного інструментарію, який забезпечує виявлення закономірностей фінансового сектору економіки як складної динамічної системи, формування системи індикаторів, які можна об'єднати в різноманітні, але узгоджені сценарії. З урахуванням вітчизняного та світового досвіду визначені ключові інструменти, що формують інструментальну складову оцінювання системного ризику фінансового сектора, що має забезпечити його структурне та циклічне вимірювання. Визначено, що оцінювання системного ризику фінансового сектора може мати «горизонтальну» перспективу, де увага зосереджена на фінансовому секторі, та «вертикальну», в якій переважно розглядається двостороння взаємодія між фінансовою системою та економікою в цілому. Основним інструментом оцінювання системного ризику фінансового сектора є макропруденційне стрес-тестування. З'ясовано, що інструментальна складова оцінювання системного ризику фінансового сектора за підходом НБУ включає моніторинг індикаторів; аналіз фінансово-промислових груп з акцентом на їх платоспроможність; стрес-тестування та якісний аналіз отриманих даних.

*Ключові слова:* фінансовий сектор, фінансова стабільність, системний ризик, системний ризик фінансового сектора, оцінювання, стрес-тестування.



## Вступ

Фінансова стабільність є найважливішим індикатором функціонування фінансового сектора країни, оскільки саме вона гарантує спроможність фінансових установ здійснювати безперебійну та ефективну діяльність у довгостроковому періоді. Вона також важлива для інших секторів економіки, оскільки вплив фінансової нестабільності фінансового сектора може поширитись й на них. Зважаючи на це, забезпечення фінансової стабільності фінансового сектора є важливою функцією суб'єктів державного регулювання.

Актуальність теми посилюється тим, що наразі економіка та фінансовий сектор України функціонують в умовах повномасштабної військової агресії Росії та активної фази бойових дій. У таких умовах, перш за все, фінансові установи повинні мати достатній запас фінансової стабільності, щоб продовжувати безперебійно функціонувати попри негативний вплив з боку екзогенного та ендегенного середовища, та не генерувати при цьому підвищені системні ризики.

Для забезпечення фінансової стабільності фінансового сектора необхідним є забезпечення контрольованості системного ризику через виявлення вразливості фінансового сектора до нього та застосування своєчасних та адекватних регуляторних впливів на основі якісного аналітичного забезпечення.

Водночас наразі наявна проблема кількісного та якісного оцінювання системного ризику в цілому та фінансового сектора зокрема, зумовлена складністю його феномену, різноманітністю механізмів накопичення під впливом значної кількості екзогенних та ендегенних факторів, наявністю каналів поширення на інші сфери.

Зважаючи на це, системний ризик фінансового сектора (далі СРФС) оцінюється з використанням сукупності методик та показників, що дають у ряді випадків різні, а часто й протилежні, результати.

Це спричиняє необхідність дослідження методів оцінки, розробки науково-методичних підходів до формування інтегрального показника СРФС, а також обґрунтування прийняття рішень щодо вибору інструментів макропруденційної політики, що забезпечують його зниження з урахуванням впливу сукупності різноспрямованих факторів екзогенного та ендогенного походження.

Дослідження з використанням інструментарію Google Trend дозволило з'ясувати, що динаміка пошукових запитів користувачів світової інтернет-мережі у сфері проблематики СРФС (“systematic risk”) є значною та має кореляцію з дослідженнями питань фінансової стабільності (*Рисунок 1*).

Наведені на рисунку 1 дані наочно підтверджують наявність постійного інтересу до розгляду питань, пов'язаних з СРФС насамперед у контексті забезпечення фінансової стабільності фінансового сектора.

Концептуальні засади СРФС, визначальні фактори впливу, що спричиняють його появу та наслідки, досліджувались у роботах таких науковців, як: Л. Айзенберг, М. Бійлсма, З. Дуйневельд, М. Голик, К. Жердецька, Ю. Заруба, Дж. Камбху, Г. Кауфман, Р. Кітц, Дж. Кломп, Р. Корнелюк, В. Міщенко, П. Моссер, С. Науменкова, Т.Х. Ное, Р. Піскунов, С. Прасолова, В. Рисін, К. Скотт, Т. Унковська, Д. Хендрікс, В. Чемерис та інші.

Методології оцінювання СРФС, його накопичення та розповсюдження досліджували С.М. Бартрам, І. Белова, Дж. Бжещинський, Г.В. Браун, Х.Л. Гонг, М.Л. Дука, С. Ейфінгер, С. Еліс, Х. Ельсінгер, С. Ковтун, В. Кремень, А. Лехар, Х. Лю, Н. Нілова, Д. Оголь, А. Опанасенко, Ю. Орловська, Т.А. Пелтонен, О. Пернарівський, М. Саммер, Х. Сюн, Дж.Е. Хунд, В. Чжан, С. Шарма та інші. Практичний інструментарій оцінювання СРФС та рекомендації щодо його застосування розробляються Європейським центральним банком, Міжнародним валютним фондом, центральними банками країн світу.

Також активно досліджується зв'язок системного ризику з характеристиками фінансового сектора – концентрацією кредитів (І. Белова, В. Вагнер, Р. Нійскенс), ліквідністю (В. Лавренюк, В. Шевчук), концентрацією ринку (Р. Корнилюк), показниками реального сектора економіки (В. Боженко) та соціально-економічного розвитку країни (А. Бойко, В. Боженко, В. Радько).

Відаючи належне доробку вчених, варто зазначити, що забезпечення макроекономічної стабільності зумовлює необхідність подальшого дослідження теоретичних засад методології та інструментарію оцінювання СРФС. У подальшому науковому пошуку, враховуючи складність та комплексність цього концепту, потребують розвитку ряд аспектів, зокрема: структуризація СРФС як об'єкта оцінювання, узагальнення причин його виникнення та наслідків реалізації, методологія оцінювання та обґрунтування на основі отриманих аналітичних даних інструментарію регулювання.

Актуальність зазначених проблем, їх недостатня теоретична та практична опрацьованість, необхідність комплексного дослідження оцінювання СРФС визначають мету цього дослідження.

Метою статті є розробка підходу до оцінювання СРФС на основі інтеграції системного та процесного підходів з деталізованою характеристикою ключових компонентів.

### **Виклад основного матеріалу**

З метою дослідження оцінювання СРФС необхідно сформувати відповідний науково-методичний базис. Узагальнення наукових напрацювань щодо формування аналітичного забезпечення державного регулювання дозволило нам зробити висновок щодо доцільності застосування інтегративного підходу до оцінювання СРФС.

Системний підхід до оцінювання СРФС вважаємо за доцільне використовувати як базовий. Це зумовлено тим, що саме він дозволяє чітко формалізувати компонентний склад, органічно поєднаний у підсистеми (цільова, об'єктна, інституційна, інструментальна підсистеми, підсистема інформаційного забезпечення).

Водночас процесний підхід забезпечить динамічний характер, оскільки за ним оцінювання СРФС розглядатиметься як перманентне виконання комплексу взаємопов'язаних між собою видів оцінювально-аналітичної діяльності у визначеному часовому інтервалі з використанням методів та інструментів оцінювання, що повною мірою забезпечують реалізацію поставлених цілей та завдань.

Отже, інтегративний системно-процесний підхід забезпечить органічну та динамічну взаємодію всіх підсистем оцінювання СРФС, в результаті чого буде забезпечено досягнення всіх цілей оцінювання та як наслідок, будуть досягнуті цілі державного регулювання фінансового сектора.

Узагальнивши розробки науковців у цій сфері, оцінювання СРФС пропонуємо розглядати так, як це представлено в додатку (*Рисунок 2*).

Основа ефективного оцінювання забезпечує чітка формалізація об'єктної підсистеми. При цьому складність оцінювання СРФС спричинена складністю концепту системного ризику як такого (*Рисунок 3*).

Ураховуючи зазначене вище, однією з ключових проблем для оцінювання системного ризику є необхідність урахування складних причинно-наслідкових зв'язків як у системах генерування, які наявні в поточний момент (реальні), або можуть виникнути в майбутньому (потенційні), так прямих й опосередкованих наслідків реалізації, а також впливів на інші економічні системи.

СРФС як підвиду системного ризику притаманні ті ж характеристики, що й системному ризику, але він набуває визначеної специфіки, обумовленої характеристиками фінансового сектора як джерела його генерування.

СРФС розглядається НБУ так, як це представлено на рисунку (*Рисунок 4*).

З метою формування інструментальної підсистеми оцінювання СРФС необхідно враховувати його характеристики, систематизовані. (*Рисунок 5*).

Слід наголосити на тому, що, оскільки СРФС має складну структуру та взаємозв'язки, генерується значною кількістю учасників, важливим є, щоб до їх оцінювання долучались всі зацікавлені особи, використовуючи свої знання та досвід. Базуючись на цьому, оцінювання СРФС України реалізується в рамках сформованої системи інститутів, взаємодія яких має на меті забезпечення макростабільності України (*Рисунок 6*).

Ключову роль в оцінюванні СРФС відіграє НБУ як макрорегулятор фінансового сектора (*Рисунок 7*).

Суб'єкти оцінювання СРФС встановлюють завдання перед системою оцінювання СРФС, що зумовлюють формування цільової підсистеми.

Узагальнивши розробки науковців з цієї тематики, вважаємо за доцільне виділити наступні функції оцінювання СРФС:

- інформаційно-аналітичну, що передбачає надання всім суб'єктам інформації, необхідної для прийняття регуляторних рішень у сфері забезпечення макростабільності на основі мінімізації СРФС;
- діагностичну, що полягає в ідентифікації слабких сигналів, факторів, що призводять до накопичення, матеріалізації та поширення СРФС;
- превентивну, яка дозволяє розробити системи раннього попередження, засновані на слабких сигналах, а також сценарії макропруденційного регулювання, засновані на узгоджених стратегіях для адаптації та нівелювання впливу факторів, що призводять до накопичення, матеріалізації та поширення СРФС;
- сигнальну, обумовлену наявністю відповідного інструментарію, що дозволяє на основі спостережень за слабкими сигналами та індикаторами раннього попередження, які можна ідентифікувати, виявити загрозу зростання СРФС;
- контрольну, що на основі комплексу моніторингових заходів дозволяє виявити зростання рівня СРФС та причини цього, оцінити ефективність дій суб'єктів державного регулювання для забезпечення фінансової стабільності на основі мінімізації СРФС.

Досягнення цілей оцінювання СРФС забезпечується інструментальною підсистемою – сукупністю технології аналітичних досліджень, методів та інструментів ідентифікації складу та визначення інтенсивності впливу факторів, що призводять до накопичення, матеріалізації та поширення СРФС.

Структура та сутнісні характеристики СРФС, охарактеризовані нами вище, визначають специфіку необхідних інформаційних даних, методів та аналітичних інструментів. Стохастичний та нелінійний характер СРФС робить неефективним застосуванням традиційних підходів, заснованих на використанні статистичних та економіко-математичних методів та моделей, та потребує інноваційного інструментарію, який забезпечує виявлення закономірностей фінансового сектору економіки як складної динамічної системи, формування системи індикаторів та динамічних градієнтів, які можна об'єднати в різноманітні, але узгоджені сценарії.

Інструментарій оцінювання СРФС має забезпечувати:

- структурне вимірювання, що передбачає визначення його розподілу (джерел) у фінансовому секторі в поточний момент; оцінку ризиків для фінансової стабільності, що виникають через нестабільність окремих фінансових установ, схожість їх ризик-профілів та наявні концентрації; оцінку розміру, структури, рівня концентрації фінансового сектору та зв'язків (прямих й непрямих) між фінансовими установами;
- циклічне (змінне у часі) вимірювання, що дозволяє визначати накопичення СРФС з часом; має оцінювати ризики, які не є прямим наслідком діяльності окремої

фінансової установи, а є результатом колективної поведінки, що призводить до посилення волатильності у фінансовому секторі та реальній економіці, ефекти зворотного зв'язку та надмірного боргового тягара, левериджу та недооцінки ризику під час підйому та його переоцінки під час рецесії.

При цьому оцінювання може мати «горизонтальну» перспективу, де увага зосереджена на фінансовому секторі, та «вертикальну», в якій переважно розглядається двостороннє взаємодія між фінансовою системою та економікою в цілому (*The concept of systemic risk, 2012*).

Узагальнена характеристика інструментальної підсистеми оцінювання СРФС представлена в додатку (*Рисунок 8*).

Суб'єкти оцінювання СРФС мають сформувати таку комбінацію інструментів, що з найменшими витратами ресурсів забезпечать досягнення визначених цілей, забезпечивши на цій основі суб'єктів державного регулювання необхідними та якісними аналітичними даними.

Інструментарій оцінювання СРФС в циклі макропруденційної політики НБУ в узагальненому вигляді наведені в додатку (*Рисунок 9*).

Отже, інструментарій оцінювання СРФС України включає моніторинг структурних та циклічних змінних як індикаторів системного ризику, стрес-тестування, аналіз фінансово-промислових груп та якісний аналіз. Також розраховується та аналізується індикатор фінансового стресу.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень**

За результатами дослідження визначено, що оцінювання СРФС, зважаючи на складність об'єкта, вимагає застосування інтегративного підходу, оскільки він забезпечить органічну та динамічну взаємодію всіх підсистем (цільової, об'єктної, інституційної, інструментальної підсистем, підсистеми інформаційного забезпечення), в результаті чого буде забезпечено досягнення цілей оцінювання та реалізація всіх передбачених функцій (інформаційно-аналітичної, діагностичної, превентивної, сигнальної та контрольної).

Стохастичний та нелінійний характер СРФС потребує інноваційного інструментарію оцінювання, який має забезпечити:

- виявлення закономірностей фінансового сектору економіки як складної динамічної системи у зв'язку зі станом ендогенного середовища;
- структурне вимірювання: визначення розподілу (джерел) СРФС у фінансовому секторі в поточний момент; оцінка ризиків для фінансової стабільності, що виникають через нестабільність окремих фінансових установ, схожість їх ризик-профілів та наявні концентрації; оцінка розміру, структури, рівня концентрації фінансового сектору та зв'язків (прямих й непрямих) між фінансовими установами;
- циклічне (змінне у часі) вимірювання: визначення накопичення СРФС з часом; оцінка ризиків, які не є прямим наслідком діяльності окремої фінансової установи, а є результатом колективної поведінки, що призводить до посилення волатильності у фінансовому секторі та реальній економіці, ефектів зворотного зв'язку та надмірного боргового тягара, левериджу та недооцінки ризику під час підйому та його переоцінки під час рецесії.

Оцінювання СПФС може мати «горизонтальну» перспективу, де увага зосереджена на фінансовому секторі, та «вертикальну», в якій переважно розглядається двостороння взаємодія між фінансовою системою та економікою в цілому.

Основним інструментом оцінювання системного ризику фінансового сектора є макропруденційне стрес-тестування, що передбачає аналіз впливу макрошоків, взаємовпливу фінансового та реального секторів економіки з урахуванням прямого впливу, зворотного зв'язку та «супутникових» або «допоміжних» моделей, ефектів прямого та непрямого зараження та мережевих ефектів, фінансової стабільності фінансових інститутів.

Оцінювання передбачає розгалужену систему індикаторів слабких сигналів, індикаторів раннього реагування та індикаторів реалізації СРФС.

Інструментальна складова оцінювання СРФС за підходом НБУ включає моніторинг індикаторів (згрупованих за цілями обмеження та недопущення надмірного зростання обсягів кредитування та боргового навантаження; недопущення дефіциту ліквідності; обмеження концентрації ризиків; обмеження системного впливу викривлених стимулів); аналіз фінансово-промислових груп з акцентом на їх платоспроможність; стрес-тестування та якісний аналіз отриманих даних.

Подальшого дослідження потребує практичний інструментарій оцінювання СРФС, що дозволяє кількісно формалізувати зв'язки між параметрами ендегенного середовища, що генерує макрошоки, та ключовими індикаторами, що сигналізують про рівень СРФС, так, як результат стабільності фінансового сектора.



### Список джерел інформації:

- Гушло, Ю. Ю. (2021). Науково-методичні засади стратегічного управління фінансами банку в умовах невизначеності. дис. ... д-ра філософії : 072. Суми. [Hushlo Yu. Yu. (2021). *Naukovo-metodychni zasady stratehichnoho upravlinnia finansamy banku v umovakh nevyznachenosti. dys. ... d-ra filosofii: 072.*].
- Максимова, А. В. (2012). Макроекономічне стрес-тестування банків у системі регулювання банківської діяльності: дис. ... канд. екон. наук : 08.00.08; Держ. вищ. навч. закл. «Криворізь. нац. ун-т». Кривий Ріг. [Maksymova, A. V. *Makroekonomichne stres-testuvannia bankiv u systemi rehulivuvannia bankivskoi diialnosti: dys. ... kand. ekon. nauk: 08.00.08; Derzh. vyshch. navch. zakl. "Kryvoriz. nats. un-t". Kryvyi Rih*].
- Стратегія макропруденційної політики. (28 лютого 2021 р.). Національний банк України. [Stratehiia makroprudentsiinoi polityky. (February 28, 2021). *Natsionalnyi bank Ukrainy*]. [https://bank.gov.ua/ua/file/download?file=Strategy\\_MaP\\_\\_pr.pdf](https://bank.gov.ua/ua/file/download?file=Strategy_MaP__pr.pdf)
- Acharya, V., Engle, R., & Pierret, D. (2014). Testing Macroprudential Stress Tests: The Risk of Regulatory Risk Weights. *Journal of Monetary Economics*, 65, 36-53. (англ.). <https://www.nber.org/papers/w18968.pdf>
- Blaschke, W., Jones, M. T., Majnoni, G., & Peria, S. M. (2001). Stress Testing of Financial Systems: An Overview of Issues, Methodologies, and FSAP Experiences. *IMF Working Paper*, 01/88. (англ.). <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2001/wp0188.pdf>



- Comparing Different Early Warning Systems: Results from a Horse Race Competition Among Members of the Macro-Prudential Research Network. (3 червня 2018 р.). Alessi L. (англ.). <https://ssrn.com/abstract=2566165>
- Elsinger, H., Lehar, A., & Summer, M. (2019.) Networks and systemic risk in the financial system. *Oxford Review of Economic Policy*, 35(4), 586-613. (англ.). <https://doi.org/10.1093/oxrep/grz023>
- Gramlich, D., Miller, G. L., Oet, M. V., & Ong, S. J. (2010). Early warning systems for systemic banking risk: critical review and modeling implications. *Banks and Bank Systems*, 5(2), 199-211. (англ.). <https://pdfs.semanticscholar.org/9262/3ac900025b638e90234653ddcd996faa54a.pdf>
- Hesse, H., Salman, F., & Schmieder, C. (2014). How to Capture Macro-Financial Spillover Effects in Stress Tests? *Working Paper*, 14/103. (англ.). <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/How-to-Capture-Macro-Financial-Spillover-Effects-in-Stress-Tests-41644>
- Hilbers, P., Leone, A., Gill, M., & Evens, O. (2000). Macroprudential Indicators of Financial System Soundness *Occasional Papers*, 192. (англ.). <https://www.imf.org/external/pubs/ft/op/192/OP192.pdf>
- Macroprudential instruments and frameworks: a stocktaking of issues and experiences. (2010). *Bank for International Settlements. CGFS Papers*, 38. (англ.). <https://www.bis.org/publ/cgfs38.pdf>
- Renn, O., Laubichler, M., Lucas, K., Kröger, W., Schanze, J., Scholz, R. W., & Schweizer, P. J. (2020). Systemic risks from different perspectives. *Risk Analysis*, 42(9), 1902-1920. (англ.). <https://doi.org/10.1111/risa.13657>
- Smaga, P. (2014). The Concept of Systemic Risk. *Systemic Risk Centre Special Paper*, 5. (англ.). <https://ssrn.com/abstract=2477928>
- Stress testing principles: Consultative Document. (6 серпня 2019 р.). Basel Committee on Banking Supervision. (англ.). <https://www.bis.org/bcbs/publ/d428.pdf>
- The concept of systemic risk. European Central Bank. (2 грудня 2012 р.). [https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/fsr/art/ecb.fsrart200912\\_02.en.pdf](https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/fsr/art/ecb.fsrart200912_02.en.pdf)



## Додатки

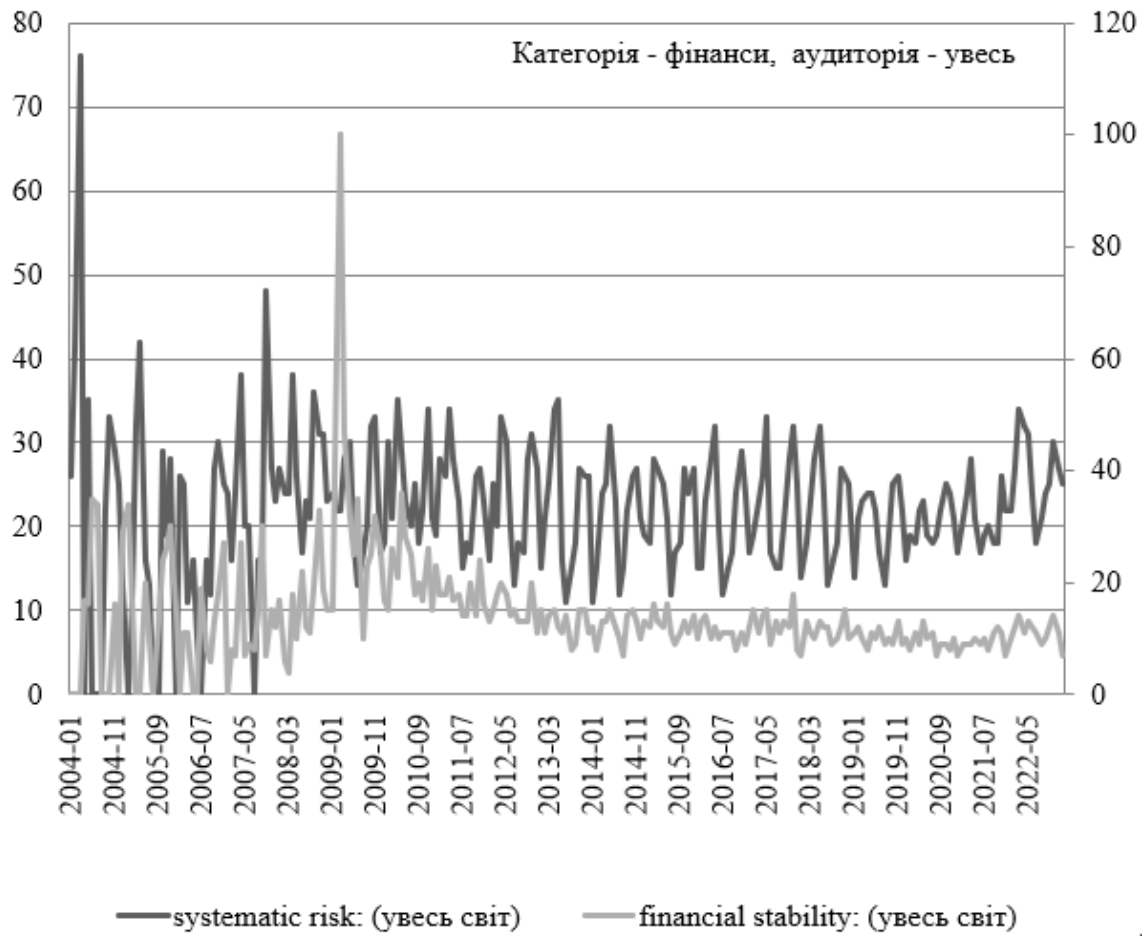


Рисунок 1. Динаміка пошукових запитів у Google щодо забезпечення фінансової стабільності та системного ризику фінансового сектора в світі за 01.01.2004 р. по 01.01.2025 р. Джерело: побудовано автором із використанням інструментарію Google Trends ([www.google.com/trends](http://www.google.com/trends))



Рисунок 2. Оцінювання СРФС за системно-процесним підходом. Джерело: авторська розробка

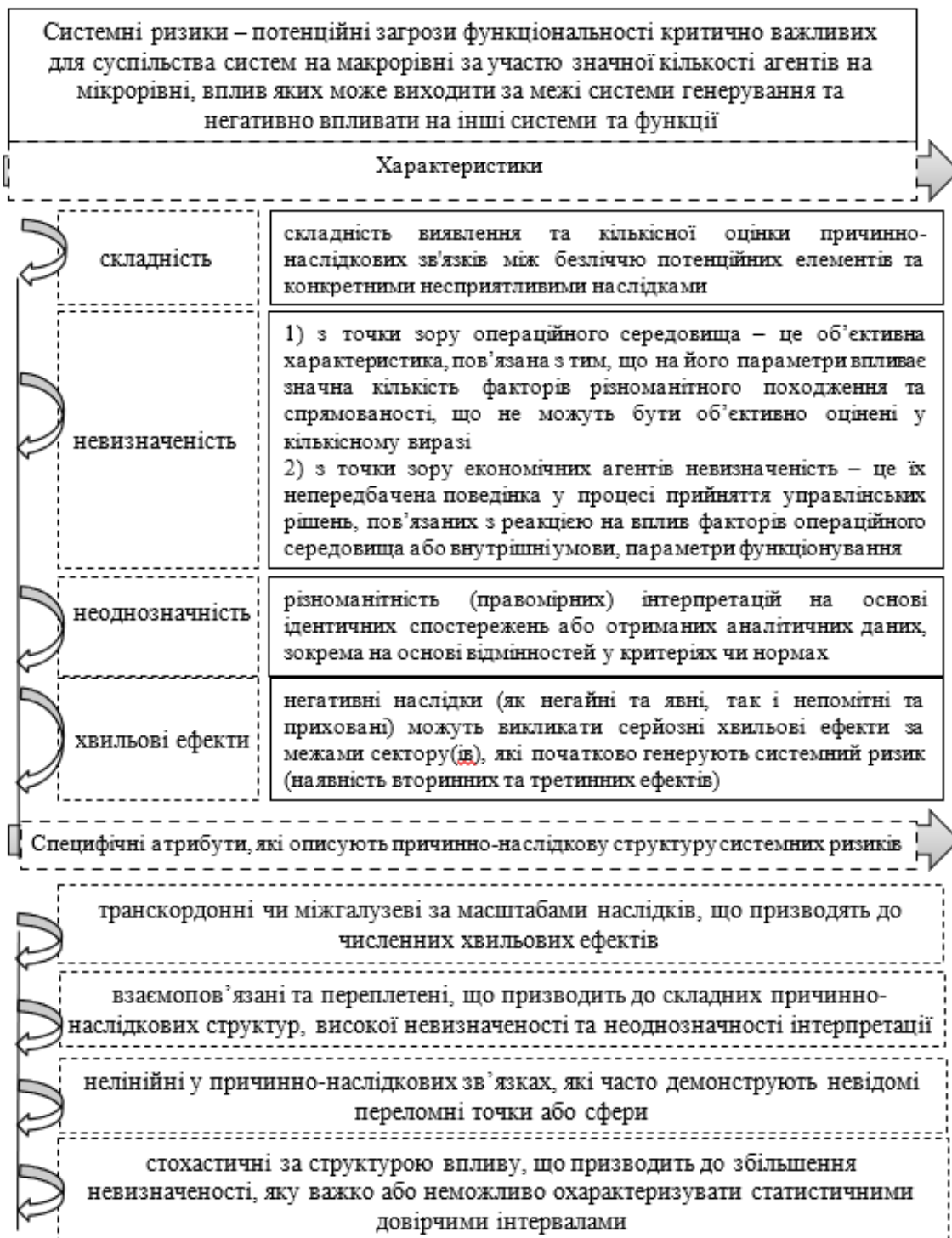


Рисунок 3. Концепт системного ризику. Джерело: складено автором на основі (Renn et al., 2020; Гуцало, 2021)

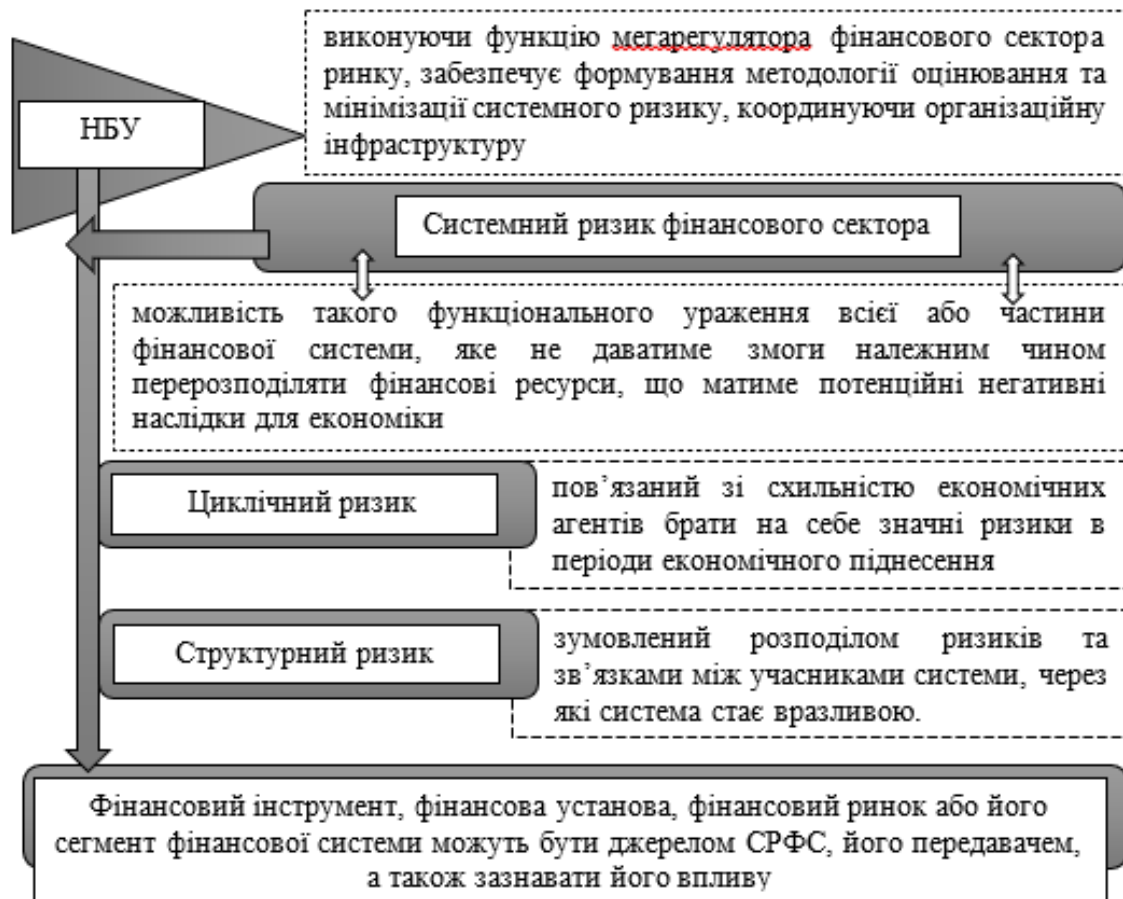


Рисунок 4. Структуризація системного ризику фінансового сектора. Джерело: складено автором на основі (*Стратегія макроруденційної політики, 2021*)

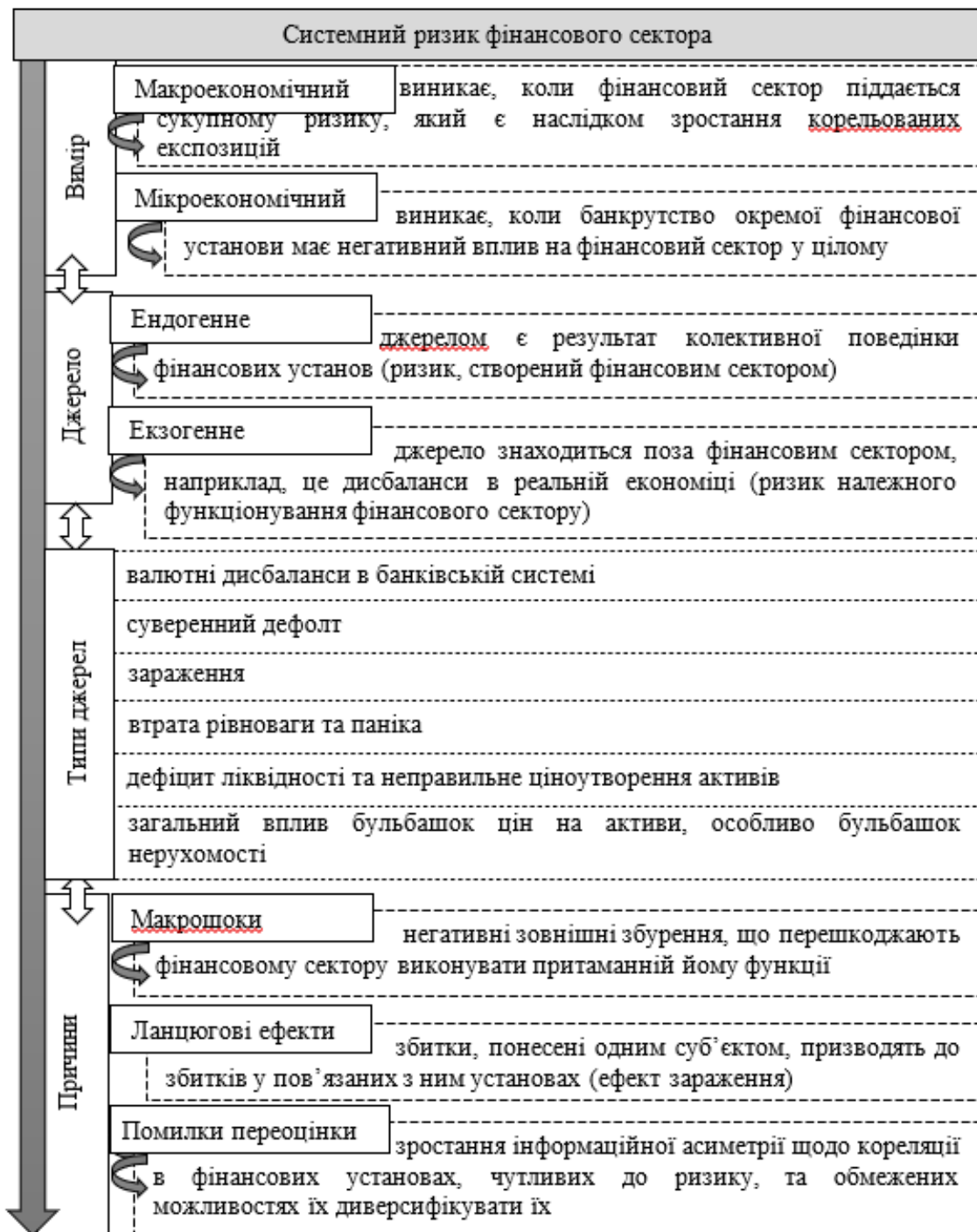


Рисунок 5. Сутнісні характеристики системного ризику фінансового сектора як об'єкту оцінювання. Джерело: складено автором на основі. (Smaga, 2014)



Рисунок 6. Інституційна підсистема забезпечення макростабільності як основа суб'єктного складу оцінювання СРФС України. Джерело: складено автором на основі. (*Стратегія макропруденційної політики, 2021*)

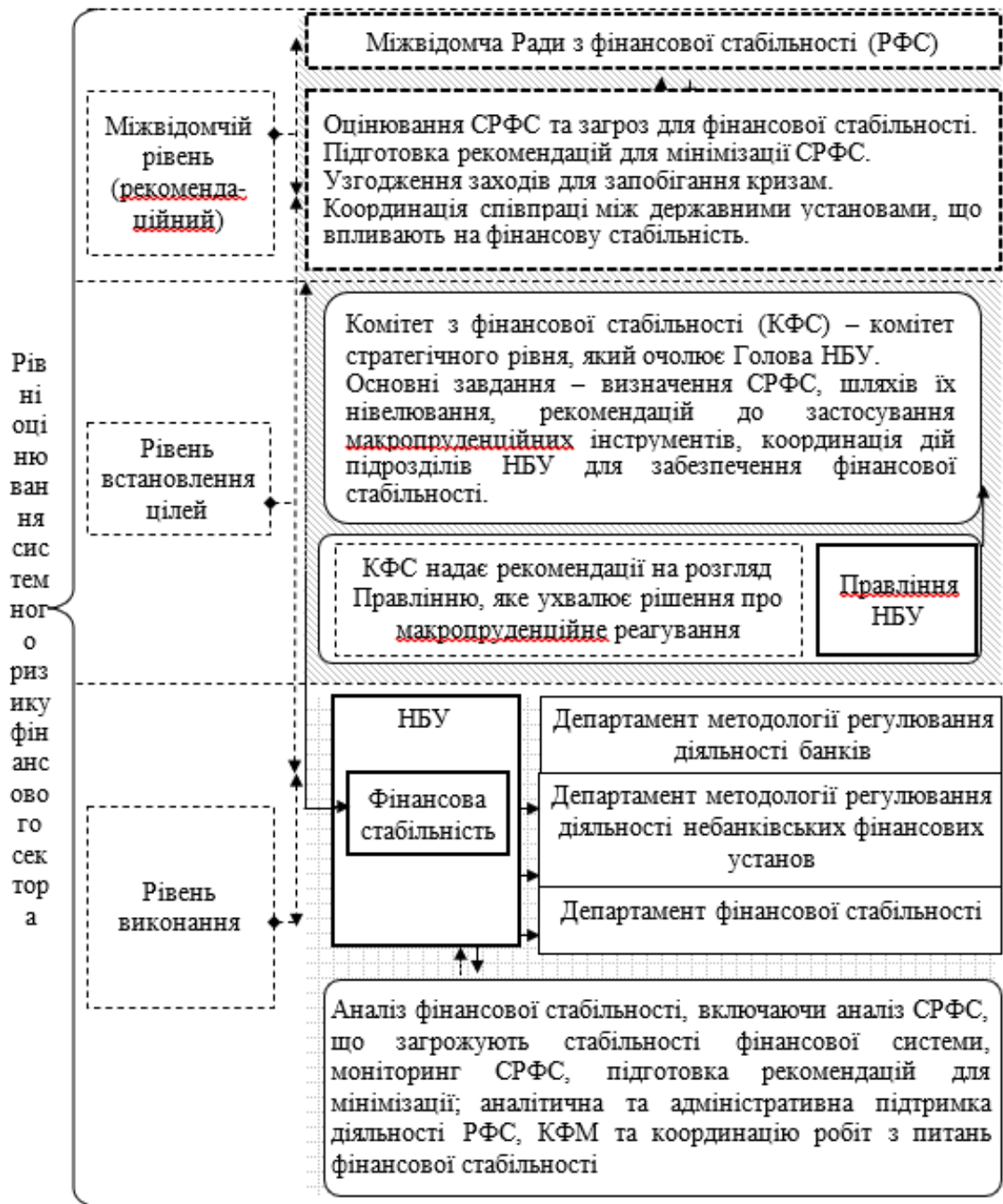


Рисунок 7. Організаційне забезпечення оцінювання СРФС на рівні НБУ. Джерело: складено автором на основі. (*Стратегія макропруденційної політики, 2021*)



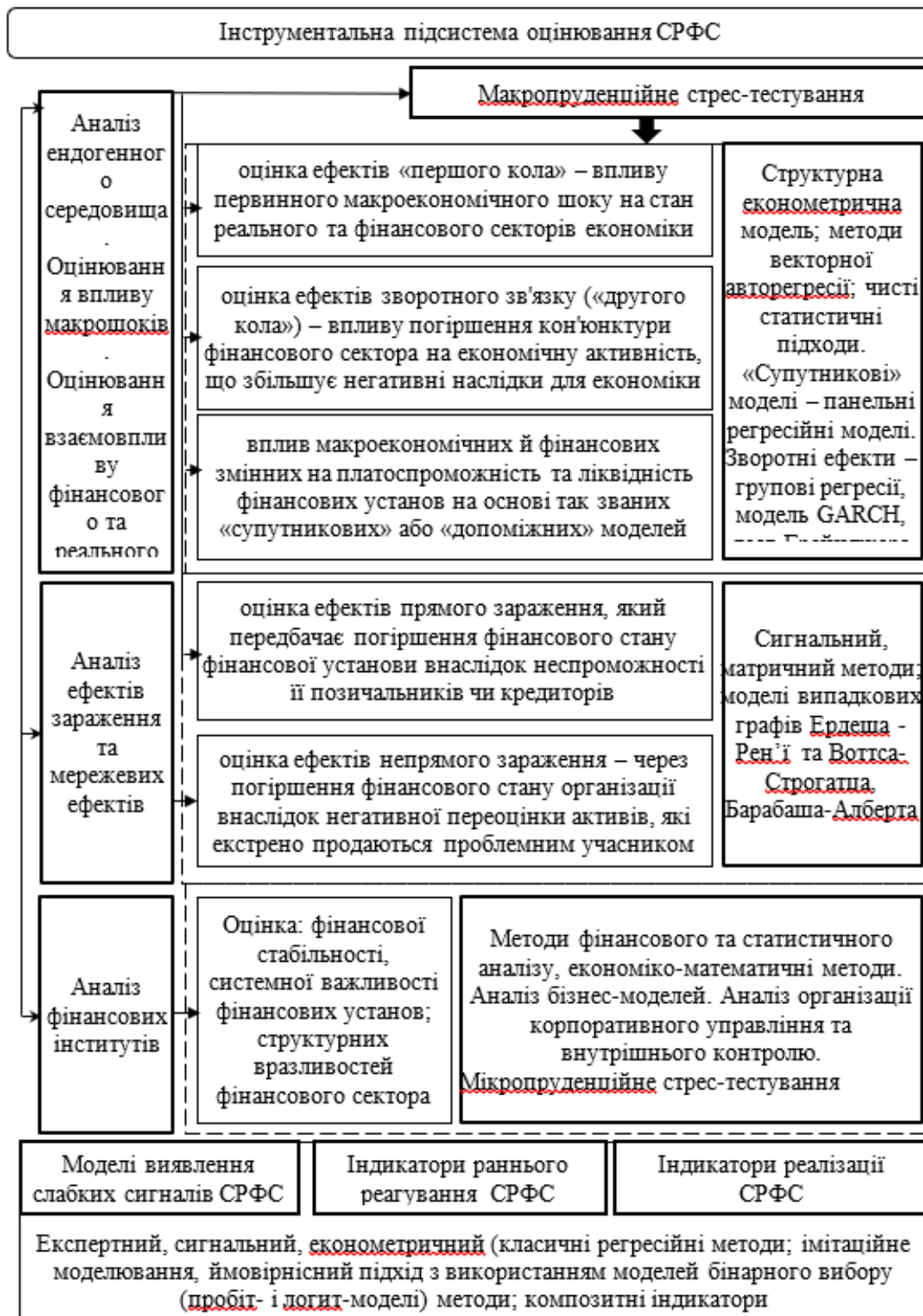


Рисунок 8. Структура інструментальної підсистеми оцінювання СРФС. Джерело: складено автором на основі. (*Comparing Different Early Warning Systems...*, 2018; *Gramlich et al.*, 2010; *Максимова*, 2012; *Acharya et al.*, 2014; *Stress testing principles...*, 2019; *Elsinger et al.*, 2019; *Hesse et al.*, 2014; *Hilbers et al.*, 2000; *Macroprudential instruments and frameworks...*, 2010; *Blaschke et al.*, 2001)



Рисунок 9. Оцінювання СРФС в циклі макропруденційної політики НБУ. Джерело: складено автором на основі. (*Стратегія макропруденційної політики, 2021*)

**Nataliia S. Druzhynska**, candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department,  
Department of Accounting and Consulting, State Tax University. Irpen, Ukraine.

ORCID: 0000-0002-9787-0488

**Problems of implementation in Ukraine of the report on payments in favour of the state in the context of ensuring transparency of forestry activities and priorities of sustainable development**

*Abstract:* In the process of implementing European standards on environmental impact regulation, adaptation of sustainable development purposes in Ukraine and the organisation of further monitoring of the tasks set, the problem of objective measurement of social progress as a whole arose, as a result of which a request was formed to improve the system of national statistics and, accordingly, reporting. Modern reporting models provide coverage not only of financial performance indicators, but also of non-financial indicators that characterise the retention of the sustainable development concept, recognised by the international common new ideology of modernity, which determines the relevance of this study. The study subject was a set of theoretical, methodological, and practical provisions on the preparation and submission of a report on payments in favour of the Ukrainian state. The study object was a report on payments in favour of the state as an information source for assessing economic growth, social justice, and environmental management in Ukraine. The study purpose was to analyse the state of implementation of the report on payments in favour of the Ukrainian state and determine the possibilities of expanding the scope of its application to ensure transparency of rational nature management in forestry. When analysing the current state of the studied problem, methods of system analysis and synthesis, economic and statistical observation and general, historical method are used. Studies are conducted on the basis of a diagnostic approach, using analogs and comparison methods. Guided by the methods of systematisation, common similarities and differences, common approaches to the compilation and presentation of a report on payments in favour of the Ukrainian state are substantiated. The author concludes that the study of the problems of introducing a report on payments in favour of the Ukrainian state gives grounds to assert that it is an important information source for a wide range of interested users about the use of natural resources and payments for them to the budget by enterprises, since information from tax returns on taxes and fees paid by business entities is not publicly available. In addition, the report on payments in favour of the state does not relate to the composition of the financial statements and, accordingly, the legislation does not define the obligation to submit it to the regulatory authorities together with the income tax declaration.

*Keywords:* report on payments to the state, forestry activities, priorities of sustainable development, forests of Ukraine.



**Наталія Сергіївна Дружинська**, кандидат економічних наук, доцент кафедри, кафедра обліку та консалтингу, Державний податковий університет. Ірпінь, Україна.

ORCID: 0000-0002-9787-0488

## Проблеми впровадження в Україні звіту про платежі на користь держави в контексті забезпечення прозорості лісогосподарської діяльності і пріоритетів сталого розвитку

*Анотація:* У процесі імплементації європейських норм з питань регулювання впливу на навколишнє середовище, адаптації в Україні Цілей сталого розвитку та організації подальшого моніторингу поставлених завдань, виникла проблема об'єктивного вимірювання суспільного прогресу у цілому, внаслідок чого сформувався запит щодо удосконалення системи національної статистики та, відповідно, звітності. Сучасні моделі звітності передбачають висвітлення не лише фінансових показників результатів діяльності, але і нефінансових, які характеризують дотримання концепції сталого розвитку, визнаною міжнародною спільнотою новою ідеологією сучасності, що і визначає актуальність теми дослідження. Предметом дослідження є сукупність теоретичних, методичних і практичних положень щодо складання та подання звіту про платежі на користь держави в Україні. Об'єктом дослідження є звіт про платежі на користь держави як інформаційне джерело оцінки економічного зростання, соціальної справедливості та раціонального природокористування в Україні. Мета дослідження – проаналізувати стан впровадження в Україні звіту про платежі на користь держави та визначити можливості розширення сфери його застосування для забезпечення прозорості раціонального природокористування в лісовому господарстві. При здійсненні аналізу сучасного стану досліджуваної проблеми застосовуються методи системного аналізу та синтезу, економіко-статистичного спостереження і узагальнення, історичний метод. Дослідження проводяться на основі діалектичного підходу, за допомогою методів аналогії і порівняння. Керуючись методами систематизації, єдиної подібності та відмінності, обґрунтовано узагальнені підходи щодо складання та подання Звіту про платежі на користь держави в Україні. Автор робить висновок що дослідження проблем введення в Украине отчета о платежах в пользу государства дают основания утверждать, что он является важным информационным источником для широкого круга заинтересованных пользователей об использовании природных ресурсов и платежах за них в бюджет предприятия, поскольку информация из налоговых деклараций об уплаченных налогах и сборах субъектами хозяйствования не является общедоступной. Кроме того, отчет о платежах в пользу государства не относится к составу финансовой отчетности и, соответственно, законодательством не определена обязанность его представления в контролирующие органы вместе с декларацией по налогу на прибыль.

*Ключові слова:* звіт про платежі на користь держави, лісогосподарська діяльність, пріоритети сталого розвитку, ліси України.



### Вступ

Ліси України за своїм призначенням і розташуванням виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі та інші функції та забезпечують потреби суспільства в лісових ресурсах. Площа вкритих лісовою рослинністю земель України становить 9,6 млн га та характеризує загальну лісистість території країни на рівні 15,9%. За 50 років площа лісів зростає на 21%, а запас деревини майже у три рази (*Загальна характеристика ...*, 2021). Крім того, на території України зосереджені найбільші в Європі осередки букових пралісів, збереженню яких приділяється особлива увага. Для цього

створено українсько-словацько-німецький об'єкт всесвітньої спадщини ЮНЕСКО «Букові праліси Карпат та давні букові ліси Німеччини».

Підписання асоціації з Євросоюзом зобов'язує дбати не тільки про збереження, а й збільшення територій природно-заповідного фонду. Нині ці території в Україні займають лише 6%, а за нормами Євросоюзу має бути не менше 15%. З метою удосконалення управління лісгосподарських підприємств та збереження і раціонального використання лісових ресурсів необхідно формування системи бухгалтерського обліку та системи статистичних показників, яка відповідає б потребам часу (*Сторожук та Друзинська, 2017*).

Не зважаючи на значущість лісової галузі України для відтворення, захисту та експлуатації лісових ресурсів, а також значний інтерес для держави і суспільства, особливо в умовах війни, її місце у забезпеченні інформаційного наповнення державної та міжнародної статистики щодо сталого розвитку залишається недооціненим. Враховуючи вимоги часу щодо посилення соціальної відповідальності бізнесу, оператори, що розміщують на ринку лісоматеріали та продукцію з деревини, зобов'язані належно дбати про раціональне використання лісових ресурсів і не допускати потрапляння контрабандної деревини на ринок Євросоюзу. З цією метою в Європейському Союзі запроваджено вимогу звітувати перед своїми громадянами за виплати, що отримуються урядами від підприємств, зайнятих у добувній промисловості або в заготівлі корінного лісу.

У процесі імплементації європейських норм з питань регулювання впливу на навколишнє середовище, адаптації в Україні Цілей сталого розвитку (*Як ООН підтримує Цілі ...*, 2020) та організації подальшого моніторингу поставлених завдань, виникла проблема об'єктивного вимірювання суспільного прогресу у цілому, внаслідок чого сформувався запит щодо удосконалення системи національної статистики та, відповідно, звітності. Сучасні моделі звітності передбачають висвітлення не лише фінансових показників результатів діяльності, але і нефінансових, які характеризують дотримання концепції сталого розвитку, визнаною міжнародною спільнотою новою ідеологією сучасності, що і визначає актуальність теми дослідження.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних, методичних і практичних положень щодо складання та подання звіту про платежі на користь держави в Україні.

Об'єктом дослідження є звіт про платежі на користь держави як інформаційне джерело оцінки економічного зростання, соціальної справедливості та раціонального природокористування в Україні.

Мета дослідження – проаналізувати стан впровадження в Україні звіту про платежі на користь держави та визначити можливості розширення сфери його застосування для забезпечення прозорості раціонального природокористування в лісовому господарстві.

Для досягнення поставленої мети окреслено наступні завдання:

- проаналізувати нормативно-правову базу, яка визначає необхідність формування показників національної статистики в цілому та звітності, зокрема, для оцінки раціонального природокористування;

- виявити проблеми теоретико-правового характеру щодо підготовки і подання звіту про платежі на користь держави суб'єктами господарювання, які здійснюють заготівлю деревини;
- систематизувати практичні проблеми складання і подання звіту про платежі на користь держави в сфері лісового господарства та окреслити заходи, необхідні для їх вирішення.

При здійсненні аналізу сучасного стану досліджуваної проблеми застосовуються методи системного аналізу та синтезу, економіко-статистичного спостереження і узагальнення, історичний метод. Дослідження проводяться на основі діалектичного підходу, за допомогою методів аналогії і порівняння. Керуючись методами систематизації, єдиної подібності та відмінності, обґрунтовано узагальнені підходи щодо складання та подання Звіту про платежі на користь держави в Україні.

### Результати дослідження

В межах Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (*Угода про асоціацію ...*, 2014). Україна взяла зобов'язання сприяти поступовому зближенню сторін, ґрунтуючись на спільних цінностях і тісних привілейованих зв'язках, а також поглиблюючи зв'язок України з політикою ЄС та її участь у програмах та агентствах, зокрема і в частині звітності. Крім того, Угодою (*Угода про асоціацію ...*, 2014) передбачено зобов'язання сторін працювати разом для покращення правозастосування та управління в лісовій галузі, сприяти торгівлі легальною лісовою продукцією з метою сприяння сталому управлінню лісовими ресурсами.

Ефективне управління на будь-якому рівні потребує наявності достовірної інформації, тому Угодою (*Угода про асоціацію ...*, 2014) передбачено також розвиток і посилення співробітництва з питань статистики, що сприятиме досягненню довгострокової мети щодо надання вчасних і надійних статистичних даних, які можливо порівняти на міжнародному рівні. Цьому сприяє, зокрема, імплементація Директиви 2013/34/ЄС Європейського Парламенту та Ради європейського союзу від 26 червня 2013 року про щорічну фінансову звітність, консолідовану фінансову звітність та пов'язані з ними звіти певних типів компаній (*Директива...*, 2013). Проте повноцінне її виконання потребує удосконалення інформаційного забезпечення фінансового управління з метою контролю за походженням деревини та здійснення платежів за використання лісових ресурсів, зокрема незайманих лісів, адже формування звітів потребує відокремлення в системі обліку лісів інформації про наявність таких ресурсів.

Зазначимо, що законодавчими актами України передбачена необхідність складати звіт про платежі на користь держави, а саме: Законом України “Про забезпечення прозорості у видобувних галузях” (*Про забезпечення прозорості...*, 2018) та Законом України “Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні” (*Про бухгалтерський облік...*, 1999). Проте для практичного втілення цих вимог необхідно узгодити норми окремих законодавчих актів та доопрацювати алгоритм подання цього звіту.

Так, за визначенням, наведеним у Законі України “Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні” (*Про бухгалтерський облік...*, 1999), звіт про платежі на

користь держави – це документ, що містить узагальнену інформацію про діяльність суб'єктів господарювання, які здійснюють діяльність у видобувних галузях або заготівлю деревини, а також деталізовану інформацію про податки і збори, інші платежі, що були сплачені або належні до сплати на користь держави відповідно до закону (*Про бухгалтерський облік...*, 1999). Звіт про платежі на користь держави подається суб'єктами господарювання, які здійснюють діяльність у видобувних галузях, відповідно до Закону України “Про забезпечення прозорості у видобувних галузях” (*Про забезпечення прозорості...*, 2018), а також підприємствами, що здійснюють заготівлю деревини і при цьому становлять суспільний інтерес (*Про бухгалтерський облік...*, 1999). У визначенні даного звіту Законом України “Про забезпечення прозорості у видобувних галузях” (*Про забезпечення прозорості...*, 2018), зустрічаємо відмінність щодо видів діяльності суб'єктів господарювання. Так, звіт про платежі на користь держави – це документ, що містить узагальнену інформацію про діяльність суб'єктів господарювання, які здійснюють діяльність у видобувних галузях, необхідну для забезпечення прозорості у видобувних галузях у звітному періоді, а також деталізовану інформацію про податки і збори, інші платежі, сплачені або належні до сплати отримувачам платежів такими суб'єктами у звітному періоді (*Про забезпечення прозорості...*, 2018).

Тобто, у трактуванні суті звіту в редакції Закону України “Про забезпечення прозорості у видобувних галузях” (*Про забезпечення прозорості...*, 2018) не зазначені суб'єкти господарювання, які здійснюють заготівлю деревини. Законом (*Про забезпечення прозорості...*, 2018) до видобувних галузей віднесено галузі промисловості, пов'язані з геологічним вивченням надр, у тому числі з дослідно-промисловою розробкою родовищ корисних копалин загальнодержавного значення, видобуванням корисних копалин загальнодержавного значення, реалізацією видобутої продукції, діяльність у яких здійснюється відповідно до спеціального дозволу на користування надрами та угоди про умови користування надрами, на підставі договору (угоди) щодо користування надрами, та/або пов'язані із діяльністю з транспортування трубопроводами природного газу, нафти та газового конденсату, у тому числі з метою транзиту (*Про забезпечення прозорості...*, 2018).

Форми звітності про платежі на користь держави у видобувних галузях затверджені Постановою Кабінету Міністрів України “Деякі питання забезпечення прозорості у видобувних галузях” (*Деякі питання забезпечення ...*, 2020), а саме: звіт про платежі на користь держави, консолідований звіт про платежі на користь держави, звіт про отримані платежі.

Для лісового господарства форма звіту про платежі на користь держави підприємств, що здійснюють заготівлю деревини та порядок складання звіту затверджені Наказом Міністерства фінансів України “Про затвердження форми та Порядку складання звіту про платежі на користь держави підприємств, що здійснюють заготівлю деревини” (*Про затвердження форми...*, 2020).

Стосовно суб'єктів господарювання, які здійснюють заготівлю деревини і на які покладено обов'язок складати звіт про платежі на користь держави, відповідно до Закону України “Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні” (*Про бухгалтерський облік...*, 1999), зазначено додатковий критерій – вони повинні становити суспільний

інтерес. До таких підприємств належать підприємства - емітенти цінних паперів, цінні папери яких допущені до торгів на регульованому ринку капіталу або щодо цінних паперів яких здійснено публічну пропозицію, банки, страховики, недержавні пенсійні фонди, інші фінансові установи (крім інших фінансових установ та недержавних пенсійних фондів, що належать до мікропідприємств та малих підприємств) та підприємства, які відповідно до цього Закону належать до великих підприємств (*Про бухгалтерський облік...*, 1999). Зауважимо, що відповідно до реформи лісового господарства, яка наразі триває і передбачає реорганізацію системи управління у лісовій галузі шляхом об'єднання 158 державних лісгосподарських підприємств і утворення державного унітарного комерційного підприємства «Ліси України» з філіями. Отже, новостворене підприємство, ймовірно, відповідатиме критерію великого. Окремі лісгосподарські підприємства, які об'єднують, втрачають статус юридичних осіб і є філіями ДП «Ліси України», тому не підпадають під наведені критерії щодо суб'єктів господарювання, на які покладено обов'язок складати звіт про платежі на користь держави. Таким чином, враховуючи існуючі розбіжності деяких норм чинного законодавства та виявлені невідповідності суб'єктів господарювання в лісовому господарстві визначеним критеріям для підготовки звіту про платежі на користь держави, вважаємо необхідним їх узгодити та привести у відповідність до зобов'язань сторін, визначених Угодою про Асоціацію між Україною та ЄС (*Угода про асоціацію ...*, 2014).

### Дискусія

Л. Г. Ловінська ще в 2014 році підняла проблему запровадження в Україні звітності про платежі на користь держави, яка має ґрунтуватися на вивченні практики Євросоюзу щодо методичного й організаційного забезпечення процесу звітування, що залишається актуальним питанням і нині (*Ловінська, 2014*). Б. А. Засадний стверджує, що бухгалтерський облік через систему звітності покликаний формувати та надавати користувачам достовірну інформацію про фінансовий стан та результати діяльності компаній без особливої прив'язки до задоволення потреб державних фіскальних органів (*Засадний, 2019*). Саме такий підхід до сучасного бухгалтерського обліку і звітності розширює сферу висвітлення нефінансової інформації про діяльність компанії і підвищенню ефективності управління використання природних ресурсів держави. Проте питання впровадження в Україні звіту про платежі на користь держави в контексті забезпечення прозорості лісгосподарської діяльності залишається дискусійним і потребує наукових досліджень.

### Висновок

Дослідження проблем запровадження в Україні Звіту про платежі на користь держави дають підстави стверджувати, що він є важливим інформаційним джерелом для широкого кола зацікавлених користувачів про використання природних ресурсів та платежі за них до бюджету підприємствами, оскільки інформація з податкових декларацій про сплачені податки і збори суб'єктами господарювання не є загальнодоступною. Крім того, звіт про платежі на користь держави не відноситься до складу фінансової звітності



і, відповідно, законодавством не визначено обов'язок його подання до контролюючих органів разом з Декларацією з податку на прибуток.

Звіт про платежі на користь держави подається суб'єктами господарювання, які здійснюють діяльність у видобувних галузях, а також підприємствами, що здійснюють заготівлю деревини і при цьому становлять суспільний інтерес. Враховуючи відмінності у господарській діяльності видобувних і лісогосподарських підприємств, а також різні регуляторні акти, які визначають сутність звіту та основні вимоги до нього, в Україні затверджено різні форми звіту та методики його складання.

Враховуючи реформування організаційної структури в лісовому господарстві, доцільно уточнити суб'єктів господарювання, які зобов'язані його складати. При цьому вважаємо необхідним законодавчо зобов'язати формування консолідованого звіту про платежі на користь держави новоствореним підприємством «Ліси України» на основі звітів про платежі на користь держави його філій, що забезпечить прозорість лісогосподарської діяльності та дотримання політики і пріоритетів сталого розвитку згідно з міжнародно визнаними принципами і угодами, а також впливу на формування надходжень до Державного бюджету.

Широкий спектр розглянутих проблем впровадження в Україні Звіту про платежі на користь держави та обмеженість обсягу даної роботи потребують подальших наукових досліджень та вважаємо перспективною подальших розвідок.



#### Список використаних джерел:

- Деякі питання забезпечення прозорості у видобувних галузях. (2020). Постанова Кабінету Міністрів України 23 вересня 2020 р. № 858. Законодавство України. Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-2020-%D0%BF#Text>
- Директива 2013/34/ЄС Європейського Парламенту та Ради європейського союзу від 26 червня 2013 року про щорічну фінансову звітність, консолідовану фінансову звітність та пов'язані з ними звіти певних типів компаній, що вносить зміни до Директиви 2006/43/ЄС Європейського Парламенту та Ради та скасовує Директиву Ради 78/660/ЄЕС і 83/349/ЄЕС. (2013). Сайт Міністерства юстиції України. [https://minjust.gov.ua/m/str\\_45877](https://minjust.gov.ua/m/str_45877)
- Загальна характеристика лісів України. (17 січня 2021 року). Сайт Державного агентства лісових ресурсів України. <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>
- Засадний, Б. А. (2019). Перспективи розвитку національної системи бухгалтерського обліку в умовах євроінтеграційних процесів. *Економіка та суспільство*, 20.
- Ловінська, Л. Г. (2014). Вплив євроінтеграційних процесів на розвиток бухгалтерського обліку та звітності в Україні. *Фінанси України*, 9, 21-30.
- Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні. (1999). Закон України від 16.07.1999 № 996-XIV. Законодавство України. Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text>

- Про забезпечення прозорості у видобувних галузях. (2018). Закон України від 18.09.2018 № 2545-VIII. Законодавство України. Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2545-19#Text>
- Про затвердження форми та Порядку складання звіту про платежі на користь держави підприємств, що здійснюють заготівлю деревини. (2020). Наказ Міністерства фінансів України 13.08.2020 № 499. Законодавство України. Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0993-20#top>
- Сторожук, Т. М., Дружинська, Н. С. (2017). Інформаційне забезпечення фінансового менеджменту підприємств лісового господарства. *Фінанси України*, 7, 102-115.
- Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. (2014). Ратифіковано Законом № 1678-VII від 16.09.2014. Законодавство України. Сайт Верховної Ради України. [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#top](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#top)
- Як ООН підтримує Цілі сталого розвитку в Україні. (21 вересня 2020 року). Сайт Організації Об'єднаних Націй в Україні. <https://ukraine.un.org/uk/sdgs>

**Marina V. Semykina**, Doctor of Science in Economics, Professor, Department of Economics and Entrepreneurship, Faculty of Economics, Central Ukrainian National Technical University.  
Kropyvnytskyi, Ukraine.

## **Employment transformation in the context of digitalisation of the economy and Ukraine's movement to the European Union**

*Abstract:* Digitalisation of the economy has become a leading factor in human development in the 21<sup>st</sup> century, which has affected all spheres of life, in particular employment of the population. There is a digital transformation of employment, which requires understanding, in-depth study by economic science to find opportunities to improve the efficiency of human labour and progressive development. The study of this problem is particularly relevant for Ukraine in the context of the need to accelerate the movement towards European integration, ensure the recovery of the economy and jobs after the end of the large-scale war unleashed by the Russian Federation against Ukraine. The study subject is a set of theoretical, methodological, and practical bases of employment of the population. The study object is the processes of employment transformation in the context of digitalisation of the economy and Ukraine's movement to the European integration. The study purpose was to determine the specifics of the processes of employment transformation under the impacting digitalisation of the economy by analysing trends in the development of digital employment in Ukraine and the world, justifying the possibilities of supporting digitalisation of employment in Ukraine with priority incentives for young people. There was used such the methods as general scientific and special research methods, including analytical, dialectical, classification and analytical, comparative, statistical and sociological analysis, and a systematic approach. The author used the publications of such Ukrainian scientists as M. Biel, O. Mulskaya, I. Baranyak, O. Makhonyuk, M. Karpyak, M. Aleksinskaya, A. Bastrakova and N. Kharchenko and also foreign researchers as M. Mattessa, S. Kunkel, V. Ignat, L. Charles, S. Xia, A. P. Kutts, O. Cassie, V. Ledonwirth. The essence and significance of economy digitalisation and its impact on various spheres, in particular employment, are revealed. The essence of employment transformations under the impacting digitalisation of the economy is identified. The author revealed the content of employment digitalisation, its challenges, opportunities, consequences, in particular in terms of the emergence of new types and forms of employment, among which digital employment is dynamically developing. The importance of spreading digital employment for young people as the main progressive and knowledge-oriented social group is actualised. The global trends of economy and employment digitalisation are analysed with an emphasis on the EU countries, which allows to substantiate the strategic orientation of the post-war reconstruction of Ukraine based on the digital economy. In the context of Ukraine's movement to the EU, it is proposed to intensify measures to stimulate employment digitalisation within the framework of the state initiative "Industry 4.0" implementation, which will have a significant role in the post-war reconstruction of Ukraine and its successful movement to the EU. Urgent measures have been identified to create favourable conditions for digital transformations in employment with an emphasis on supporting young people. In the conditions of economy digitalization, the employment transformations are investigated, which allowed to identify the features of this process for the economy and labour of the population in the conditions of Ukraine's movement to the EU. The challenges, opportunities, and consequences of economy and employment digitalisation are identified. It is proved that the economy and employment digitalisation should be considered as a strategic guideline for the post-war reconstruction of Ukraine and its successful movement into the EU. The basis of this process should be the support of digital population employment, especially young people. The measures for the

further development of digital employment in Ukraine are systematised. It is proved that their implementation in conditions of targeted state support can give a cumulative effect for the economy, increase the welfare of the population and reduce the emigration of young people, accelerate the country's movement towards European integration.

*Keywords:* economy digitalisation, employment transformation, digital employment, “Industry 4.0”.



**Марина Валентинівна Семикіна**, доктор економічних наук, професор, кафедра економіки та підприємництва, економічний факультет, Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький, Україна.

### **Трансформація зайнятості в контексте цифровізації економіки та руху України до ЄС**

*Анотація:* Цифровізація економіки стала провідним чинником розвитку людства у ХХІ столітті, що вплинуло на всі сфери життєдіяльності, зокрема зайнятість населення. Відбувається цифрова трансформація зайнятості, що потребує осмислення, поглибленого вивчення з боку економічної науки для пошуку можливостей підвищення ефективності людської праці та прогресивного розвитку. Вивчення цієї проблеми для України набуває особливо актуального значення за умов потреби у прискоренні руху у напрямі євроінтеграції, забезпечення відновлення економіки і робочих місць по завершенні широкомасштабної війни, розв'язаної РФ проти України. Предметом дослідження є сукупність теоретико-методологічних, методичних та практичних засад зайнятості населення. Об'єкт дослідження – процеси трансформацій зайнятості населення в умовах цифровізації економіки та руху України у напрямі євроінтеграції. Мета дослідження – визначення особливостей процесів трансформацій зайнятості під впливом цифровізації економіки шляхом аналізу тенденцій розвитку цифрової зайнятості в Україні та світі, обґрунтування можливостей підтримки цифровізації зайнятості в Україні з першочерговим стимулюванням для молоді. Методи дослідження: загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, серед яких – аналітичний, діалектичний, класифікаційно-аналітичний, порівняльний, статистичного та соціологічного аналізу, системного підходу. Аспекти зайнятості населення висвітлено у публікаціях українських вчених М. Біль, О. Мульської, І. Бараняк, О. Махонюк, М. Карп'як. Окремим питанням цифрової зайнятості присвятили наукові праці як іноземні дослідники М. Маттесса, С. Кункель, В. Ігнат, Л. Чарльз, Ш. Ся, А.П. Куттс, О. Кессі, В. Ледонвірта, так і українські вчені – М. Алексинська, А. Бастракова та Н. Харченко та інші. Разом з тим, з огляду на публікації, проблеми цифрових трансформацій зайнятості потребують більш глибокого вивчення з огляду на необхідність прискорення руху України до ЄС. Розкрито сутність та значення цифровізації економіки та її вплив на різні сфери, зокрема зайнятість. Визначено сутність трансформацій зайнятості під впливом цифровізації економіки. Розкрито зміст цифровізації зайнятості, її виклики, можливості, наслідки, зокрема в частині виникнення нових видів і форм зайнятості (випадкова, відалена, платформа, мікроробота, онлайн-волонтерство тощо), серед яких цифрова зайнятість динамічно розвивається. Актуалізовано значення поширення цифрової зайнятості для молоді як основної прогресивної та орієнтованої на знання соціальної групи. Проаналізовано глобальні тренди цифровізації економіки та зайнятості з акцентом на країни ЄС, що дає змогу обґрунтувати стратегічну спрямованість повоєнного відновлення України на основі цифрової економіки. В умовах руху України до ЄС пропонується

активізувати заходи щодо стимулювання цифровізації зайнятості в рамках реалізації державної ініціативи «Промисловість 4.0», що матиме вагомий роль у повоєнному відновленні України та успішному її русі до ЄС. Визначено невідкладні заходи щодо створення сприятливих умов для цифрових трансформацій у сфері зайнятості з акцентом на підтримку молоді. Розкрито ключове значення цифровізації у розвитку економіки, усіх сфер життєдіяльності, зокрема сфери праці. Досліджено трансформації зайнятості в умовах цифровізації економіки, що дозволило виявити особливості цього процесу для економіки та праці населення в умовах руху України до ЄС. Визначено виклики, можливості, наслідки цифровізації економіки та зайнятості. Обґрунтовано, що цифровізацію економіки та зайнятості слід розглядати в якості стратегічного орієнтуру повоєнного відновлення України та успішного її руху до ЄС. Основою даного процесу має бути підтримка цифрової зайнятості населення, особливо молоді. Систематизовано заходи щодо подальшого розвитку цифрової зайнятості в Україні. Обґрунтовано, що їх реалізація за умов цільової підтримки держави може дати кумулятивний ефект для економіки, підвищення добробуту населення та зниження еміграції молоді, прискорити рух країни у напрямі євроінтеграції.

*Ключові слова:* цифровізація економіки, трансформація зайнятості, цифрова зайнятість, «Industry 4.0».



## Вступ

*Постановка проблеми.* Цифровізація економіки є одним з визначальних трендів розвитку людської цивілізації, що вплинуло на всі сфери життєдіяльності, зокрема зайнятість населення. Особливої актуальності набуває вивчення впливів цифровізації економіки на ринки праці, системність яких призводить до трансформації зайнятості з поширенням нових її видів, форм і сфер. Значний поштовх для цифровізації економіки та її впливу на зайнятість здійснила пандемія COVID-2019. Вивчення цієї проблеми набуває особливого значення для України, яка прагне прискорити рух у напрямі євроінтеграції і по завершенні війни, розв'язаної РФ, швидко забезпечити відновлення економіки та робочих місць. Виклики цифровізації, потреба підтримки процесів цифровізації зайнятості і одночасно необхідність подолання руйнівних наслідків широкомасштабного російського вторгнення 2022 року в Україну, – ці обставини в умовах руху України до ЄС актуалізують дослідження нових можливостей і перспектив розвитку сфери зайнятості в контексті цифровізації економіки, в інтересах прискорення руху у напрямі євроінтеграції, забезпечення повоєнного відновлення економіки та ефективної зайнятості.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій та виокремлення частини нерозв'язаної раніше проблеми.* Теоретико-методологічну базу дослідження цифровізації економіки, що дозволяє виявити можливості цифрової зайнятості молоді, формують дослідження іноземних учених М. Маттесса, С. Кункель (*Matthess & Kunkel, 2020*) та В. Ігната (*Ignat, 2017*). Дослідження цифровізації зайнятості здійснені іноземними вченими: Л. Чарльз, Ш. Ся та А.П. Куттс (*Charles et al., 2022*), О. Кессі та В. Ледонвірта (*Kässi & Lehdonvirta, 2018*); українськими – М. Алексинська, А. Бастракова та Н. Харченко (*Aleksynska et al., 2018*). Проблеми та особливості зайнятості молоді досліджено з врахуванням висновків

українських авторів: М. Біль, О. Мульська, І. Бараняк, О. Махонюк, М. Карп'як (*Біль та ін., 2022*). У статті також враховані нормативи українського законодавства (*Про внесення змін..., 2021*), Міжнародної організації праці (*ILO..., 2019*), Всесвітнього економічного форуму (*The Future of Jobs, 2020*), Європейської Комісії та Європейського Парламенту (*Better working conditions..., 2021; Report on fair working conditions..., 2021; Europe's Digital Decade..., 2022; Skills and Talent, 2023*), експертні матеріали BBC News (*Зануда та Ковалевська, 2021*), статистичні показники Online Labour Observatory (*The Online Labour Index..., 2021*), Statista (*Digitalization level..., 2021*), Державної служби статистики України (*Статистичний збірник..., 2018*), соціологічні дослідження міжнародних (*How COVID-19..., 2020*) та вітчизняних (ІТ Ukraine Association (*Do IT Like Ukraine, 2022*), Центр Разумкова (*Робота і зайнятість..., 2021*), Рейтинг (*П'ятнадцять загальнонаціональних опитувань..., 2022*)) компаній. Огляд публікацій акцентує увагу на такому: процес цифровізації економіки є надзвичайно динамічним; держави світу, в тому числі Україна, постійно стикаються з новими викликами, виникає нагальна потреба проводити наукові дослідження щодо цифрових детермінант зайнятості населення.

Предметом дослідження є сукупність теоретико-методологічних, методичних та практичних засад зайнятості населення.

Об'єктом дослідження є процеси трансформацій зайнятості населення в умовах цифровізації економіки та руху України у напрямі євроінтеграції.

Мета дослідження полягає у визначенні особливостей процесів трансформацій зайнятості під впливом цифровізації економіки шляхом аналізу тенденцій розвитку цифрової зайнятості в Україні та світі, обґрунтування можливостей підтримки цифровізації зайнятості в Україні з першочерговим стимулюванням для молоді.

*Методи дослідження:* загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, серед яких – аналітичний, діалектичний, класифікаційно-аналітичний, порівняльний, статистичного та соціологічного аналізу, системного підходу.

Таким чином, проблема трансформації зайнятості в умовах цифровізації економіки та руху України до ЄС є актуальною. Її дослідження має теоретичне і прикладне значення для сьогодення України. Результати наукових пошуків та очікувані висновки затребувані для науки і практики з урахуванням потреб прискореної євроінтеграції та необхідності повоєнного відновлення економіки, завдань більш ефективного використання людської праці, інтелектуального потенціалу населення на тлі цифровізації зайнятості.

### **Цифровізація та її наслідки для економіки**

Узагальнення наукових джерел дозволяє стверджувати, що цифровізація (діджиталізація) в загальному сенсі є процесом впровадження цифрових технологій у різні сфери суспільного життя. Такими технологіями є: електронні пристрої – автоматизовані, комп'ютеризовані, роботизовані; Інтернет (у т.ч. широкопasmовий); програмне забезпечення; онлайн-сервіси – для комунікацій, передачі, обробки й зберігання інформації; хмарні технології; big-data технології; ІТ-автоматизація, технології штучного інтелекту, машинного навчання, обробки природної мови (NLP – «Natural language processing»); технології зв'язку; паралельні й квантові обчислення; фінансові технології (криптовалюти та ін.); технології проактивної безпеки (кібербезпеки) та ін.

Синергія використання цифрових технологій у другому десятилітті XXI століття веде до виникнення новітніх технологій блокчейну й концепції Web 3.0, децентралізованої автономної організації (DAO), що «розмиває» систему традиційних (прямих) відносин та формує *метавсесвіт*.

Цифровізація економіки – це поширення використання цифрових технологій у виробничих і ринкових процесах, результатом чого є цифрова структурна трансформація економіки та розвиток цифрового ринку. У ході цифровізації розвивається цифрова економіка, що включає віртуальну (синтетичну) й мережеву економіку, специфікуючи можливості комерціалізації онлайн-ігор (у першому випадку) та створення додаткової вартості продукції за рахунок соціальних мереж (у другому випадку). Основні сфери цифровізації та її наслідки для економіки відображено у Додатку (Таблиця 1).

Процес цифровізації часто ототожнюють з його наслідками трансформації певних сфер діяльності і суспільного життя, зокрема сфери праці та зайнятості, трудових процесів.

*Трансформація* є результатом системних змін та більш тривалим процесом. Відтак цифрова структурна трансформація (економіки, зайнятості) означає посилення вагомості цифрових технологій у досягненні (покращенні) соціально-економічних результатів. Цифровізація при цьому є драйвером структурних змін у випадку, якщо: нові технології покращують продуктивність праці та відбувається рух робочої сили до секторів, що потребують високої кваліфікації; зростає попит на відповідну продукцію; у зв'язках «ресурси-випуск» зростає частка проміжних ресурсів, а також частка послуг у доданій вартості; спеціалізація торгівлі враховує глобальні ланцюжки створення вартості (*Matthews & Kunkel, 2020, с. 5*).

Отже, цифровізація (діджиталізація) економіки стала чинником масштабних трансформацій в житті людства, довготривалих системних змін в усіх сферах суспільного виробництва. Систематизація її наслідків довела їх всеохоплюючий характер, зумовила появу нових можливостей, напрямів економічної діяльності, видів зайнятості.

### **Цифрова трансформація зайнятості населення, її можливості, наслідки та виклики**

Цифровізація економіки тісно пов'язана з *цифровізацією зайнятості* й бізнесу, однак ми свідомо розділили дані процеси, посилюючи таким чином актуальність вивчення щодо використання й розвитку інтелектуально-трудоного потенціалу населення. Під впливом цифровізації економіки відбувається зміна змісту праці, трудового процесу, відбувається цифрова трансформація трудової діяльності і сфери зайнятості загалом, що дає підстави про говорити про явище цифровізації зайнятості, нові можливості для інтелектуалізації праці, поширення дистанційних робочих місць, безперервного освітньо-професійного розвитку.

*Цифровізація зайнятості* – це є процес активізації використання цифрових технологій у праці, що веде до поширення нестандартних і дистанційних форм зайнятості, а також виокремлення нового виду цифрової зайнятості, пов'язаної зі сферами цифрової економіки.

Цифровізація зайнятості може мати різні ступені «проникнення»:

I-й – традиційні робочі місця, що в силу цифровізації економіки передбачають використання цифрових технологій, але в загальному можуть продовжувати існувати за їхньої відсутності;

II-й – інноваційні робочі місця (модернізовані – автоматизовані, комп'ютеризовані, роботизовані), що передбачають використання цифрових технологій та за їхньої відсутності не можуть продовжувати існувати;

III-й – повністю цифрові робочі місця, пов'язані з продукуванням, підтримкою та використанням цифрової продукції.

Вплив цифровізації на зайнятість населення є комплексним і багатограним. В процесі аналізу нами виокремлено такі його головні наслідки:

1) щодо виникнення нових форм і видів зайнятості:

- поширення нестандартних форм зайнятості – неповної, тимчасової (у т.ч. випадкової – «casual work»), дистанційної, вторинної, зайнятості на платформах (коли працівник використовує певні платформи для доступу до організацій й надання послуг – «platform work»), мікропраці («microwork»), онлайн-волонтерства (наприклад, написання матеріалів для Вікіпедії, створення веб-сторінок та програмного забезпечення соціального призначення і т. д.), що для кожної людини створює можливості формування унікального інноваційного «портфеля зайнятості»;
- виникнення нового виду зайнятості – цифрової (за критерієм сфери) та нових професій з антагонізмом високого професіоналізму (програмісти, системні адміністратори, SEO-спеціалісти, веб-, гейм-дизайнери, розробники цифрових аватарів (у т.ч. двійників), фахівці з інформаційної безпеки, PPC-фахівці, інженери електроніки, фахівці з кібербезпеки та ін.) й аматорства (блогери, мотиватори, коучери та ін.);
- поширення самозайнятості на засадах фрілансерства, чому сприяє фрагментація цифровізації й можливості виконання вузьких завдань, зокрема у сферах програмування, торгівлі й маркетингової підтримки, креативу й мультимедіа, діловодства й ведення даних, професійних послуг, письменництва й перекладу (підхід до розподілу сфер за методикою ІЛО-2020, про яку мова буде йти нижче);
- актуалізація нових способів організації праці для цифрової зайнятості – коворкінг-центрів, бізнес-інкубаторів, IT-кластерів та ін.;

2) щодо нових можливостей залучення персоналу через:

- аутсорсинг, особливо в сфері IT, що дозволяє залучати додаткових виконавців завдань та забезпечувати їхню роботу й комунікації через цифрові технології незалежно від місця розташування;
- аутстафінг, що особливо поширено щодо послуг у сфері IT;
- крауд-технології, що завдяки використанню цифрових технологій дозволяють взаємодіяти з широким колом осіб;
- спеціальні онлайн-платформи – стартап-, краудфандингові, для фрілансерів та ін.;

3) щодо кількісно-якісних змін зайнятості:



- зниження потреби в зайнятих, яких здатні замінити технології автоматизації, комп'ютеризації й роботизації (за оцінками Всесвітнього економічного форуму лише за період 2020-2025 років очікується вивільнення 85 млн працівників внаслідок зміни роботизованими системами, що складає 2,7% від кількості зайнятих осіб у 2022 році (*The Future of Jobs, 2020*));
- зміна вимог до компетентностей зайнятих зі здатністю до неперервного навчання, освоєння новітніх технологій та ризиками цифрової ексклюзії в умовах надшвидких технологічних змін (за оцінками Всесвітнього економічного форуму за період 2020-2025 років очікується поява 97 млн нових робочих місць, що потребують працівників з навичками взаємодії з комп'ютерами й алгоритмами, що складає майже 3% від кількості зайнятих осіб у 2022 році (*The Future of Jobs, 2020*)).

З дефініції цифровізації зайнятості, урахування її можливостей та викликів впливає розуміння складності та комплексності даного процесу – від використання цифрових технологій в організації праці та регулюванні ринку праці до створення повністю цифрових робочих місць та виникнення нового виду цифрової зайнятості з відповідними новими можливостями, наслідками та викликами. Можливості та виклики цифровізації зайнятості відображено у Додатку (*Рисунок 1*). Зміст схеми на рисунку 1 засвідчує важливість розгляду цифровізації зайнятості та її специфіки на рівні особистості, ринку праці, на рівні держави, що потребує окремих поглиблених досліджень з боку науковців для максимального використання інтелектуально-трудового потенціалу зайнятого населення.

*Цифрова зайнятість* передбачає організацію соціально-трудових відносин у сферах цифрової економіки. Мова йде про сфери ІТ – розробку й підтримку програмного забезпечення та веб-сайтів, хмарних, big-data технологій, технологій штучного інтелекту, машинного навчання, обробки природної мови, технології зв'язку, паралельних і квантових обчислень, фінансових технологій («fintech»), технологій проактивної безпеки та ін. Цифрова зайнятість відображає 3-й ступінь «проникнення» цифровізації. Поширення цифрової зайнятості призвело до формування цифрового ринку праці та окремих цифрових субкультур – блогерів, геймерів, форумів, онлайн-спільнот та ін. Можливості комерціалізації такої діяльності не слід недооцінювати, адже, для прикладу, блогерство може бути значно дохіднішою сферою діяльності, ніж зайнятість у сферах, що вимагають окремої підготовки.

Пришвидження цифровізації внаслідок COVID-2019 сфокусував увагу вчених на масштабах такого впливу. Проведено низку *соціологічних обстежень*. Одне з найавторитетніших, яким послуговується МОП, – дослідження міжнародної консалтингової компанії McKinsey&Company, що підтвердило наступне: пандемія стимулювала цифровізацію ланцюгів постачання на 3-4 роки наперед та, як результат, підвищила частку цифрових продуктів або продуктів з цифровою підтримкою (“digitally-enabled products”) на 7 років наперед (*How COVID-19..., 2020*). Це приклад, як сформований потенціал може трансформуватись у реальні результати за наявності потужного стимулятора. Однак даний потенціал – *потенціал цифровізації економіки й зайнятості*, має формуватись щонайменше впродовж терміну підготовки фахівця вищої

освіти, а за ідеальних умов – упродовж усієї тривалості навчання, починаючи з дошкільного рівня.

Таким чином, *цифровізація зайнятості* може розглядатися як результат впливу цифровізації економіки на сферу зайнятості, що призводить до процесів активізації використання цифрових технологій у праці, поширення нестандартних і дистанційних форм зайнятості. Визначення наслідків цифровізації показало її комплексний та багатогранний вплив, що призводить передусім до *виникнення нових форм і видів зайнятості, нових можливостей залучення персоналу до праці, кількісно-якісних змін зайнятості* та зміни вимог до компетентностей персоналу. Аспекти забезпечення масштабної цифрової грамотності населення, створення безперервної підготовки кадрової бази цифровізації економіки та зайнятості мають бути враховані Україною вже на етапі невизначеності та серйозних безпекових загроз, щоб вже сьогодні розпочати процес удосконалення потенціалу цифровізації й переходу на стандарти цифрової економіки за взірцем держав ЄС та інших стратегічних міжнародних партнерів.

### **Цифровізація зайнятості в Україні та заходи щодо її підтримки**

В Україні дослідження стану цифровізації зайнятості та інших нестандартних й дистанційних форм зайнятості є досить складним в сучасних реаліях. Станом на лютий 2023 року опублікований статистичний збірник «Ринок праці» з показниками лише до 2020 року: кількість сумісників, що дозволяє з'ясувати тенденції вторинної зайнятості; кількість осіб з вимушеною неповною зайнятістю (перебували у відпустках без збереження заробітної плати) чи були переведені на неповний робочий день з економічних причин, що дозволяє припускати потребу населення в пошуку інших видів зайнятості (*Статистичний збірник..., 2018*).

Показники зайнятості у сфері ІТ доступні завдяки спеціальним дослідженням громадських об'єднань. Одним з таких є Асоціація «ІТ Ukraine». За результатами, кількість зайнятих в ІТ коливалась у межах 272,9 тис. у 2015 р. – 289,0 тис. у 2021 р., в умовах війни (2022 р.) попередні оцінки кількості зайнятих сягають 329,2 тис. осіб; частка підприємств, у штаті яких перебував хоча б один ІТ-фахівець у 2021 р. досягла 21,7% (*Do IT Like Ukraine, 2022*).

Вплив російсько-української війни на дистанційну зайнятість в Україні досліджував «Рейтинг». За результатами, понад 50 % втратили роботу, 21 % – працюють віддалено повністю чи частково (*П'ятнадцяте загальнонаціональне опитування..., 2022*). Зазначені показники підтверджують, що в умовах війни близько 20 % з числа зайнятих працюють дистанційно, у тому числі в сфері ІТ.

Вирішення проблем з задовільним статистичним обліком й аналізом цифровізації зайнятості в Україні можна вирішити, враховуючи помітну активізацію реалізації державної політики в даній сфері, у тому числі через створення в 2018 році Координаційної ради з розвитку цифрової економіки при Міністерстві економіки України, в 2019 році – створення Міністерства цифрової трансформації України (на суб'єктивну думку авторів – одне з найбільш ефективних міністерств), прийняття в 2018 р. Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 рр., в 2021 р. – Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її

реалізації. Останній норматив є вкрай важливим для підвищення цифрової грамотності населення України та формування креативного класу молоді, здатної прискорювати подальший розвиток цифрової економіки в Україні, яка прагне до вступу в ЄС.

Пандемія COVID-2019 обумовила внесення змін до трудового законодавства України та регламентування правових засад «дистанційної, надомної роботи та роботи із застосуванням гнучкого режиму робочого часу» (*Про внесення змін...*, 2021). Досвід зайнятості у період пандемії підготував ринок праці до нових викликів російсько-української війни та збереження економічної активності населення на можливому рівні.

Одним з потужних аргументів на користь цифровізації економіки й зайнятості населення є *євроінтеграція України*. Серед пріоритетів цифровізації ЄС до 2030 р., які є орієнтиром для України, ставляться завдання, що мають пряме відношення до сфери зайнятості. Мова йде про формування базових цифрових навичок для щонайменше 80 % населення, підтримку зайнятості в сфері ІТ з чисельністю фахівців у 20 млн осіб та їх гендерною конвергенцією, а також підтримку новаторів для збільшення їхньої кількості в статусі «EU Unicorns» (стартап-компанії, які в ході свого розвитку забезпечили вартість понад 1 млрд дол США) (*Europe's Digital Decade...*, 2022). У той же час ЄС проводить ефективну політику видачі синіх карт і паспортів талантів у рамках вирішення власних демографічних проблем через залучення, як правило, обдарованої молоді, яких потребує економіка для стимулювання зеленого і цифрового переходу (*Skills and Talent*, 2023). Політику ЄС має враховувати влада України для забезпечення циркулюючих міграцій та мотивації молоді до повернення з інших держав.

Виклики невизначеності й нестабільності в умовах російсько-української війни змушують до пошуку можливостей відновлення та *розвитку економіки України на засадах цифровізації* відповідно до кращих світових зразків. Вважаємо, що цифровізація економіки та зайнятості стане важливою передумовою успішного руху України в ЄС.

В основі такого розвитку, на наш погляд, має бути державна ініціатива “Industry 4.0”, яка б враховувала досягнення четвертої промислової революції. Успішним прикладом такого досвіду є Німеччина, яка через об’єднання провідних компаній, науково-освітніх організацій країни поставила за мету до 2030 року створити ефективні цифрові екосистеми, що характеризуються гнучким виробництвом, діяльністю адаптованих підприємств (здатних адаптуватись до змін за рахунок модульної організації виробничих ліній), орієнтованими на клієнта рішеннями, оптимізованою логістикою завдяки смарт-організації, автоматизованим використанням даних та ресурсозберігаючою циркулярною економікою (*Was ist Industrie 4.0*, 2021). Акцент на підтримку цифровізації через промисловість (“industry”) обумовлений основною роллю галузі в даних процесах як більш стійкої, не такої вразливої до криз як сфера послуг. Саме промисловість має бути ядром цифровізації й концентрації висококваліфікованих фахівців з цифровими навичками.

Початок реалізації державної ініціативи можливий у час війни, адже досягнення цілей потребує сприятливих передумов. Етапи цифровізації економіки та зайнятості є такими, що забезпечують послідовність кроків та перспективи євроінтеграції України.

1-й етап, що забезпечить готовність економіки та суспільства України до “Industry 4.0”, безумовно, освітній. У цьому проявляється значення особливої уваги до молоді, яка навчається, в здобутті нових цифрових навичок. На даному етапі необхідними є заходи:

- забезпечення загальної цифрової грамотності населення, що спричинить цифрову трансформацію бізнесу та її здатність використовувати цифрові технології, з окремою увагою до цифрових навичок молоді сільських територій;
- профільної підготовки фахівців, зокрема висококваліфікованих розробників програмного забезпечення, а також фахівців з цифровими навичками для галузей з найвищим потенціалом цифровізації (перелік галузей можна визначити на основі показників кількості зайнятих ІТ-фахівців, згідно яких в Україні такими є фармацевтика, наукові дослідження й розробки, туризм, хімічна промисловість, торгівля, металургія);
- підготовки кадрів з пріоритетом навичок і компетентностей – цифрових, підричних технологічних («disruptive», що здатні змінювати майбутнє, наприклад, ІТ-автоматизація, штучний інтелект, машинне навчання), а також особистих навичок стресостійкості, схильності до неперервного розвитку.

2-й етап має включати важливі організаційно-правові заходи, особливо що стосується статистичного обліку цифрової зайнятості населення, у т.ч. молоді. Організацію такого обліку треба здійснювати відповідних до міжнародних методик, зокрема з врахуванням підходів до розрахунку ІЛО-2020, що враховує цифрову зайнятість у розрізі сфер: програмування; торгівлі й маркетингової підтримки; креативу й мультимедіа; діловодства й ведення даних; професійних послуг; письменництва й перекладу. Також актуально впроваджувати методику розрахунку індексу цифровізації за методикою ЄС, що включає складову людського капіталу як відображення цифрових навичок населення.

3-й етап має включати заходи, спрямовані на підтримку цифрової зайнятості молоді та реалізацію інноваційних бізнес-проектів з потенціалом “Unicorns” та які здатні на перспективу продукувати DeepTech-технології. Стартап-активність в Україні показує високий потенціал її нарощування, який за умов цільової підтримки держави може дати кумулятивний ефект для економіки, підвищення добробуту населення та зниження еміграції молоді.

*Таким чином*, в умовах невизначеності та серйозних безпекових загроз дослідження стану цифровізації зайнятості в Україні залишається проблематичним. Визначено, що в умовах війни близько 1/5 зайнятих працюють дистанційно, у тому числі в сфері ІТ. Поліпшення обліку й аналізу цифровізації зайнятості в Україні можливе за умов активізації реалізації державної політики в даній сфері, поетапної, покрокової реалізації державної ініціативи “Industry 4.0”, урахування системи запропонованих заходів, спрямованих на розвиток цифрової грамотності та цифровізацію робочих місць, зокрема для молоді.

## Обговорення

На початку XXI століття відбуваються події цивілізаційного значення – процеси цифровізації економіки, які зумовили цифрові трансформації зайнятості. Ці явища

потребують осмислення та поглибленого вивчення з боку економічної науки для пошуку можливостей підвищення ефективності людської праці та прогресивного розвитку. Потребує з'ясування державна політика регулювання даних процесів з одночасним вирішенням питань активного використання інтелектуально-трудового потенціалу зайнятого населення в умовах євроінтеграції, на етапі відбудови економіки, зруйнованої під час війни, розв'язаної РФ.

В контексті досліджуваної проблеми потребують окремої уваги, по-перше пошук можливостей створення кадрової бази цифровізації та підготовкою фахівців з набором цифрових навичок і компетентностей; по-друге, налагодження статистичного обліку цифрової зайнятості населення, у т.ч. молоді; по-третє, способи забезпечення активної підтримки цифрової зайнятості молоді. Реалізація розроблених в процесі дослідження пропозицій щодо розвитку цифрової зайнятості в Україні за умов цільової підтримки держави може дати кумулятивний ефект для економіки, підвищення добробуту населення та зниження еміграції молоді, прискорити рух країни у напрямі євроінтеграції. Тому перспективи подальших досліджень вимагають більш детального вивчення та вибору механізмів стимулювання цифрової зайнятості молоді, які є актуальними для України, вивчення їхньої ролі для зниження еміграційних настроїв молоді в умовах невизначеності.

### **Висновок**

*Цифровізація* економіки є визначальним трендом розвитку сучасної цивілізації. З одного боку, вона забезпечує подальший технологічний прогрес в умовах глобалізації, глобальні якісні зміни в економічному розвитку. З іншого боку, цифровізація підтримує фрагментацію різних процесів, що створює ризики деглобалізації. Так чи інакше цифровізація слугує орієнтиром для розвитку всіх провідних держав світу, хоча питання врегулювання даного процесу залишається відкритим.

*Явище цифровізації зайнятості* відображає процес активізації використання цифрових технологій у трудовій діяльності, що веде до поширення нестандартних і дистанційних форм зайнятості. З урахуванням руху України у напрямі ЄС розвиток цих тенденцій має перспективний характер. В ЄС нині активно розробляється політика регулювання цифровізації економіки й зайнятості. Для України, навіть перебуваючи в умовах війни, це створює можливість одночасного переведення законодавства й стандартів зайнятості до європейських підходів з пропозицією власного бачення цифрової зайнятості, враховуючи потужність сегменту зайнятості в ІТ.

Цифровізацію економіки та зайнятості слід розглядати в якості стратегічного орієнтиру повоєнного відновлення України та успішного її руху до ЄС. Основою для даного процесу має бути підвищення рівня цифрової грамотності та підтримка цифрової зайнятості населення, особливо молоді. Актуальним є обґрунтування державної ініціативи «Industry 4.0», для успішної реалізації якої в майбутньому мають створюватись сприятливі передумови щодо наявності: кадрів з достатніми цифровими компетентностями; чіткого організаційно-правового середовища цифрової зайнятості;

ефективних заходів підтримки цифрового бізнесу й зайнятості молоді як рушія прогресивних змін та стратегічного ресурсу майбутнього України.



### Література:

- Біль, М. М., Махонюк, О. В., Мульська, О. П., Бараняк, І. Є., Карп'як, М. О. (2022). Міграційна мобільність молоді: результати соціологічного дослідження та нові виклики в умовах війни: електрон. науково-аналітична доповідь / ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України». Львів.
- Зануда, А., Ковалевська, Є. (April 28, 2021). Дистанційка по-українськи: як вона змінила роботу і що буде далі. BBC News Україна. <https://www.bbc.com/ukrainian/features-56849251>
- П'ятнадцяте загальнонаціональне опитування. Україна під час війни. зайнятість і доходи (23-24 липня, 2022). Рейтинг. [https://ratinggroup.ua/research/ukraine/pyatnadcat\\_obschenaci\\_opros\\_ukraina\\_vo\\_vremya\\_voyny\\_zanyatost\\_i\\_dohody\\_23-24\\_iyulya\\_2022\\_goda.html](https://ratinggroup.ua/research/ukraine/pyatnadcat_obschenaci_opros_ukraina_vo_vremya_voyny_zanyatost_i_dohody_23-24_iyulya_2022_goda.html)
- Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення правового регулювання дистанційної, надомної роботи та роботи із застосуванням гнучкого режиму робочого часу. (2021). Закон України № 1213-IX від 4.02.2021 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1213-20#Text>
- Робота і зайнятість в умовах пандемії COVID-19. (3 червня, 2021). Разумков Центр. <https://razumkov.org.ua/napriamky/sotsiologichni-doslidzhennia/roboata-i-zainiatist-v-umovakh-pandemii-covid19-traven-2021r>
- Статистичний збірник «Праця України»: Державна служба статистики України. (14 листопада, 2018). [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/11/Arch\\_pu\\_zb.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/11/Arch_pu_zb.htm)
- Aleksynska, M., Bastrakova, A., & Kharchenko, N. (2018). Work on Digital Labour Platforms in Ukraine: Issues and Policy Perspectives. International Labour Organization. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms\\_635370.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---travail/documents/publication/wcms_635370.pdf)
- Better working conditions for a stronger social Europe: harnessing the full benefits of digitalisation for the future of work. (December 9, 2021). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Brussels. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A761%3AFIN>
- Charles, L., Xia, Sh., & Coutts, A. P. (2022). Digitalization and Employment. A Review. International Labour Organization. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/documents/publication/wcms\\_854353.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_854353.pdf)
- Digitalization level of the European Union in 2022, by country: Statista. (September 19, 2021). <https://www.statista.com/statistics/1245595/eu-digitalization-level/>
- Do IT Like Ukraine. (2022). IT Ukraine Assotiation. <https://itukraine.org.ua/files/reports/2022/DoITLikeUkraine2022.pdf>

- Europe's Digital Decade: digital targets for 2030. (December 9, 2022) European Commission. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en)
- How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point – and transformed business forever. (November 1, 2020). CVD. <https://cvdvn.net/2020/11/01/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever/>
- Ignat, V. (2017). Digitalization and the global technology trends. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 227, 14-17. DOI 10.1088/1757-899X/227/1/012062
- ILO Centenary Declaration for the Future of Work. (2019). International Labour Organization. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_norm/@relconf/documents/meetingdocument/wcms\\_711674.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@relconf/documents/meetingdocument/wcms_711674.pdf)
- Kässi, O., & Lehtonvirta, V. (2018). Online labour index: Measuring the online gig economy for policy and research. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.056>
- Matthess, M., & Kunkel, S. (2020). Structural change and digitalization in developing countries: conceptually linking the two transformations. *Technology in Society*, 63, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101428>
- Report on fair working conditions, rights and social protection for platform workers – new forms of employment linked to digital development. (July 27, 2021). European Parliament. (2019/2186(INI)). [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0257\\_EN.html#\\_section1](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0257_EN.html#_section1)
- Skills and Talent. (March 13, 2023) European Commission. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/promoting-our-european-way-life/new-pact-migration-and-asylum/skills-and-talent\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/promoting-our-european-way-life/new-pact-migration-and-asylum/skills-and-talent_en)
- The Future of Jobs. Report 2020. (2020). World Economic Forum, 2020. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf)
- The Online Labour Index 2020. (May 23, 2021). Online Labour Observatory. <http://onlinelabourobservatory.org/oli-demand/>
- Was ist Industrie 4.0? (September 19, 2021). Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>



## Додаток

Таблиця 1. Основні сфери цифровізації та її наслідки для економіки

Сфера	Об'єкти цифровізації	Наслідки цифровізації	Загальний результат
Державне управління	Адміністративні послуги Оподаткування Способи громадського контролю Ведення державних реєстрів Цифрова ідентифікація (осіб, власності) Смарт-технології регулювання й врядування (смарт-міста, алгоритми оцінювання, правосуддя, безпека та ін.)	Кіберократія Електронне врядування Алгоритмічне регулювання («Government by algorithm»)	Цифрова держава
Менеджмент підприємств/ організації	Управління персоналом Комунікації із зовнішнім середовищем Нові моделі організації бізнесу з використанням цифрових технологій	Електронний бізнес Електронна комерція (Інтернет-торгівля)	Цифровий бізнес
Економіка	Виробництво й надання послуг Нова продукція (товари, послуги) Обслуговування й маркетинг продукції Ланцюги постачання Електронні платіжні системи Цифрова валюта (електронні гроші)	Цифрові технології виробництва й надання послуг Цифровізація продукції («digital products», «digitally-enabled products») Цифровізація ланцюгів постачання Цифрова структурна трансформація економіки	Цифрова економіка (у т.ч. віртуальна, мережева) Цифровий ринок
Зайнятість та бізнес	Нові сфери економічної діяльності (окремі сегменти електронного бізнесу та електронної комерції) Нові види та форми зайнятості	Цифрові технології в організації праці Цифрова структурна трансформація зайнятості	Цифрова зайнятість
Соціальні послуги	Реєстрація, доступ і споживання медичних, освітніх, психологічних та ін. послуг	Цифровізація соціальних послуг	Цифрове суспільство
Інфраструктурне забезпечення	Електронні пристрої для об'єктів критичної і соціальної інфраструктури, а також підтримки їхньої діяльності	Розвиток цифрової інфраструктури Низьковуглецевий розвиток	Цифрова інфраструктура
Повсякденне життя	Електронні пристрої для щоденного життя й організації побуту, комунікацій, доступу до різних послуг сучасної людини	Цифрова інклюзія/ексклюзія Цифрове споживання	Цифровий добробут

Примітка: складено автором.



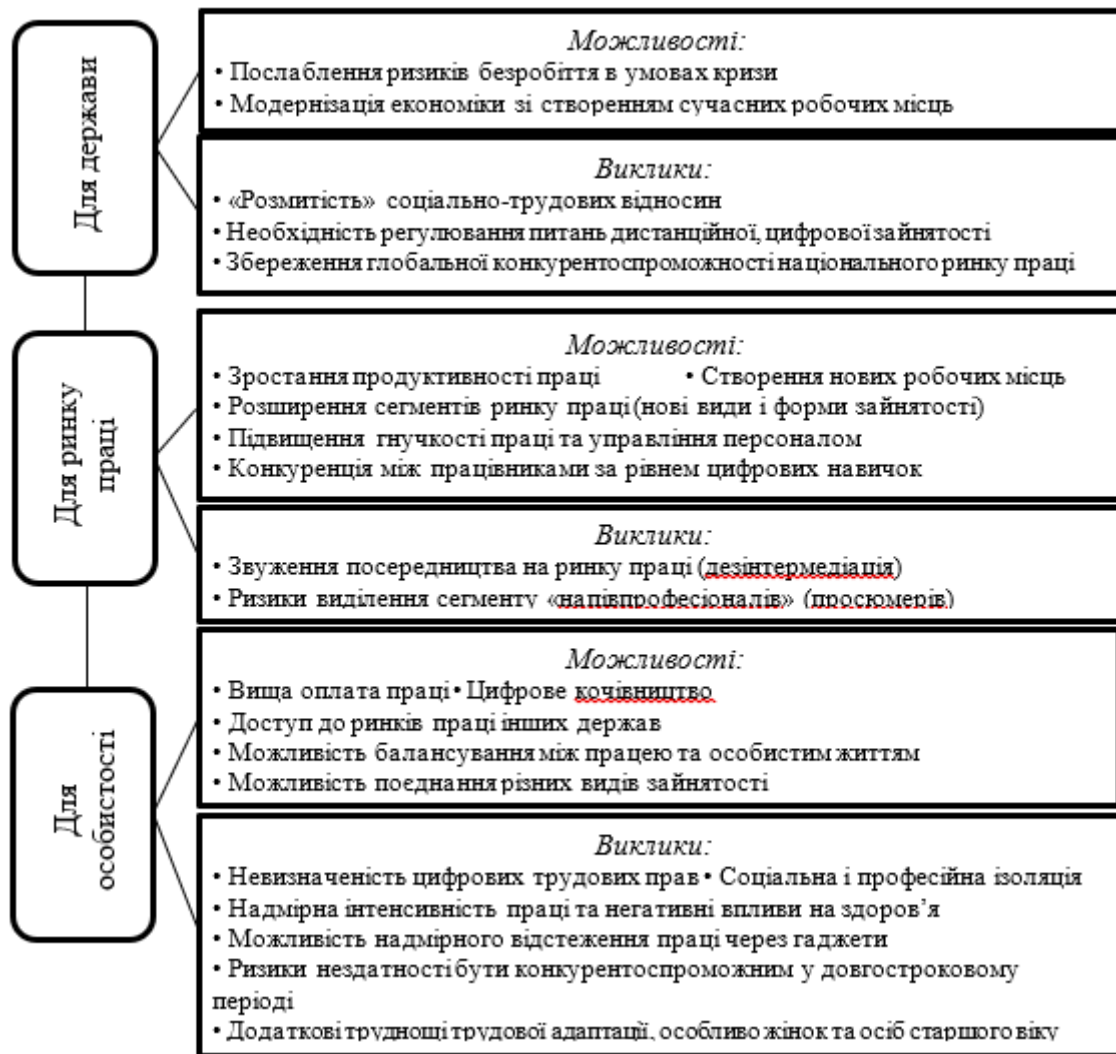


Рисунок 1. Можливості та виклики цифровізації зайнятості: інституційний розподіл (Складено автором на основі узагальнення інформації за джерелом (*Charles et al., 2022*))

**Alexander Buychik**, Doctor of Science in Economics, PhD of Social and Political Sciences, Director for Sciences, Tukulart Holding. Ostrava, Czech Republic. ORCID: 0000-0002-2542-4198

**Peter V. Komissarov**, Graduate of Postgraduate Studies, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. St. Petersburg, Russia.

### **Hypernormal distribution theory: Analysis of the set of extreme random variables models**

*Abstract:* The analysis of the set of extreme random variables models is still an extremely topical topic in many areas of mathematical research in the theory and practice of managing production processes due to its specificity and great interest in finding an expectation and stability indicators set studied in practical economics. Calculations of applied mathematics help to determine tentatively possible boundary parameters of various models, i.e., expectations, despite the fact that theoretical calculations do not have a direct association with practical data. Nevertheless, the consideration of extreme models of extreme random variables is still relevant in many areas of science and industry. The study subject was the hypernormal distribution theory. The study object was a set of extreme random variables models. The study purpose was a comprehensive analysis of many models of extreme random variables. To achieve the purpose and solve the tasks formulated on its basis, empirical, analytical and comparative methods of data analysis and the method of mathematical modelling, which contributed to the study of the materials presented in this article, were used. In the study course, materials from the works of such leading world experts in extreme value theory and programming K. Beck, M. Fowler, L. Tippett, E. Gumbel, K. Auer, R. Miller, and Scott W. Ambler and researchers as V.L. Khatskevich, B.V. Gnedenko, V.A. Akimov, V.A. Bykov, E.Yu. Shchetinin, K.M. Nazarenko, L.P. Kvashko, A.S. Losev, V.S. Mikhailov, V.A. Popov, E.R. Smolyakov. In the study course, the definition of an extreme value within the framework of the theory was refined, the typology of the distribution of maximum values was analysed, seven theories of the hypernormal distribution were identified and their proofs were presented, and practical examples of the application of each theory were given. The practical significance of the study of extreme random variables models in various areas of industrial human activity was confirmed. The materials of the study can be used in the widest range: from application in risk management of industrial production to predicting the probabilities of natural phenomena, which makes it possible to prevent significant economic and social losses of society, as well as make a tangible contribution to programming the probabilities of the development of the society of the future.

*Keywords:* extreme random variables, excess consumption, extreme values, entropy.



**Александр Буйчик**, доктор экономических наук, PhD социальных и политических наук, директор по науке, Tukulart Holding. Острава, Чехия. ORCID: 0000-0002-2542-4198

**Пётр Вениаминович Комиссаров**, выпускник аспирантуры, Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. Санкт-Петербург, Россия.

### **Теория гипернормального распределения: анализ множества моделей экстремальных случайных величин**

*Аннотация:* Анализ множества моделей экстремальных случайных величин до сих пор является крайне актуальной темой во многих областях математических исследований теории и практики управления производственными процессами в силу своей специфичности и большого интереса к поиску множества показателей ожидаемости и стабильности, исследуемые в практической

экономике. Расчёты прикладной математики помогают определять ориентировочно возможные пограничные параметры всевозможных моделей, т.е., ожиданий, несмотря на то что теоретические расчёты не имеют прямой ассоциации с практическими данными. Тем не менее, рассмотрение экстремальных моделей экстремальных случайных величин до сих пор является актуальным во многих областях науки и промышленности. Предметом исследования являлась теорема гипернормального распределения. Объектом исследования являлось множество моделей экстремальных случайных величин. Целью данного исследования являлся комплексный анализ множества моделей экстремальных случайных величин. Для достижения поставленной цели и решения сформулированных на её основании задач использовались эмпирический, аналитический и сравнительный методы анализа данных и метод математического моделирования, которые способствовали исследованию материалов, представленных в данной статье. В ходе исследования были использованы материалы трудов таких отечественных исследователей как В.А. Хацкевич, Б.В. Гнеденко, В.А. Акимов, В.А. Быков, Е.Ю. Щетинин, К.М. Назаренко, А.П. Квашко, А.С. Лосев, В.С. Михайлов, В.А. Попов, Э.Р. Смольяков, а также материалы ведущих зарубежных специалистов в области теории экстремальных значений и программирования К. Бека, М. Фаулера, Л. Типпетта, Э. Гумбеля, К. Ауэра, Р. Миллер, и Скотта В. Эмблера. В ходе исследования было уточнено определение экстремальной величины в рамках теории, проанализирована типологию распределения максимальных величин, определены семь теорем гипернормального распределения и представлены их доказательства, а также даны практические примеры применения каждой из теорем. Тем самым, была подтверждена практическая значимость исследования вариантов экстремальных моделей экстремальных случайных величин в различных областях индустриальной деятельности человека. Материалы данного исследования могут быть использованы в самом широком спектре: от применения в области риск-менеджмента промышленного производства до предсказания вероятностей природных явлений, что позволяет предупредить значительные экономические и социальные потери общества, а также внести ощутимый вклад в программирование вероятностей развития общества будущего.

*Ключевые слова:* экстремальные случайные величины, гипернормальное распределение, теория экстремальных значений, энтропия.



## Introduction

The analysis of the set of extreme random variables models is still an extremely topical topic in many areas of mathematical research in the theory and practice of managing production processes due to its specificity and great interest in finding an expectation and stability indicators set studied in practical economics. Calculations of applied mathematics help to determine tentatively possible boundary parameters of various models, i.e., expectations, despite the fact that theoretical calculations do not have a direct association with practical data. Nevertheless, the consideration of extreme models of extreme random variables is still relevant in many areas of science and industry.

The study subject was the hypernormal distribution theory.

The study object was a set of extreme random variables models.

The study purpose was a comprehensive analysis of many models of extreme random variables.

Based on the study purpose, the following tasks were formed:

- clarify the definition of an extreme value within the framework of the theory;

- analyse the typology of the distribution of maximum values;
- define hypernormal distribution theories and present their proofs;
- give a conclusion on the practical application of the evidence base of the hypernormal distribution theories.

To achieve the purpose and solve the tasks formulated on its basis, empirical, analytical and comparative methods of data analysis and the method of mathematical modelling, which contributed to the study of the materials presented in this article, were used.

In the study course, materials from the works of such leading world experts in extreme value theory and programming K. Beck, M. Fowler (*Beck & Fowler, 2001*), L. Tippett (*Tippett, 2013*), E. Gumbel (*Gumbel, 2012*), K. Auer, R. Miller (*Auer & Miller, 2001*), and Scott W. Ambler and researchers as V.L. Khatskevich (*Khatskevich, 2013; Khatskevich, 2020a; Khatskevich, 2020b*), B.V. Gnedenko (*Gnedenko, 1943*), V.A. Akimov, V.A. Bykov (*Akimov et al., 2009*), E. Yu. Shchetinin (*Akimov et al., 2009; Shchetinin & Nazarenko, 2008*), K.M. Nazarenko (*Shchetinin & Nazarenko, 2008*), L.P. Kvashko, A.S. Losev (*Kvashko & Losev, 2013*), V.S. Mikhailov (*Mikhailov, 2012*), V.A. Popov (*Popov, 2013*), E.R. Smolyakov (*Smolyakov, 2011*).

## Materials and methods of research

### *Auxiliary information and basic definitions*

The theory of extreme values is a branch of the science of statistics, which aims to study extreme deviations from the median of probability distributions, i.e., an assessment of phenomena based on an ordered selection of probability parameters for the most extreme events or processes. The concept of extreme value theory was introduced by Leonard Tippett (*Tippett, 2013*) in the first quarter of the 20<sup>th</sup> century and became the basis of many studies that have been going on for about 100 years. At that time, his research was based at the British Cotton Research Association, where he worked on strengthening the cotton thread. In his research, L. Tippett postulated that the strength of a thread is determined by the strength of its weakest fibers. He obtained three asymptotic limits that clearly described the distributions of extrema that considered independent variables (*Tippett, 2012*). It was the study that became the starting point in applying a qualitatively new approach to calculating extremeness in production and economic indicators. In the future, E.D. Gumbel codified this theory in his work *Statistics of Extremes* (*Gumbel, 2012*). There he gave the distribution concept, which now bears his name. In the second half of the 20<sup>th</sup> century, the results obtained were significantly expanded and began to consider insignificant correlations between variables. Strong correlations of the order of dispersion began to be actively studied already at the beginning of the 21<sup>st</sup> century with the use of artificial intelligence and a neural network.

With the potentially high probability of extreme manifestations, there naturally becomes an increased risk of redundant programming as a form of agile software development methodologies. The authors of this methodology are such prominent scientists today as Kent Beck, Ward Cunningham, Martin Fowler (*Beck & Fowler, 2001*) and others. Kent Beck pioneered the development of the methodology for the Chrysler Comprehensive Compensation System project (*Beck, 2003*). The goal was to apply theoretical methods and develop new and modern software for those times. As a result of the development, it was possible to raise and develop

technology and programming at a new qualitative level. It should also note that it was in extreme programming that a departure from the long-term process of creating programmes was determined, which consisted in the fact that instead of one-time planning, analysis and design of a system for the calculated course of events, specialists now implement these operations in a phased complex during development.

The analysis of extreme values plays an important role in the study of many phenomena and in solving applied problems of the complex systems reliability and efficiency, structural mechanics, the theory of stability, dynamic strength, etc. Consideration of absolute extrema will begin with consideration of the maximum:

$$U = \max(X_1, X_2, \dots, X_n).$$

Values from a set of  $n$  random variables (random sequence). If all components of the sample  $X_1, \dots, X_n$  are independent and equally distributed random variables, then the distribution function of the largest  $F_n(X)$  value is determined as follows:

$$F_n(X) = P\{U < x\} = P\{X_1 < X, X_2 < X, \dots, X_n < X\} = F^n(X)$$

where  $F(X)$  is distribution function of the original random variable.

If  $V$  is the minimum value of a random variable from a set of  $n$  random variables:

$$V = \min(X_1, X_2, \dots, X_n).$$

And if the components of the sample  $X_1, \dots, X_n$  are independent and equally distributed random variables, then the distribution function of the smallest  $Q_n(X)$  value is determined similarly:

$$Q_n(X) = P\{V < x\} = 1 - P\{X_1 \geq X, X_2 \geq X, \dots, X_n \geq X\} = 1 - [1 - F^n(X)]^n.$$

Thus, extreme values distributions can be derived from the exact original distribution. In reality, the analytic properties of the original distribution are rarely known. This leads to the need to use the principle of maximum distribution and determine on this basis the extreme distribution of the extreme value (maximum or minimum). From a mathematical viewpoint, the maximum principle's application uncertainty leads to the solution of extremal (variational) problems with organic ones, determined by the form of setting the probabilistic characteristics and the range of random variable values.

According to the distribution, which has the greatest entropy under certain restrictions, is called extreme. Next, a brief description of 8 types of extreme distributions of extreme random variables with a certain degree of universality will be given. The common thing in the formation of such models is the definition of the Euler-Lagrange equations of variational problems, considering the specifics of specifying information about the initial random variable and allowing meaningful interpretation. The most obvious and, most importantly, the most practical application-oriented is the statistical interpretation of extremal distributions in terms of the theory of order statistics, the subject of which is the study of the properties and applications of ordered random variables and functions of them. To this end, we present some auxiliary information from the theory of order statistics. The source material for statistical analysis, obtained as a result of a simple random selection from the general population, determined by the random variable  $X$ , is a sample of a finite size  $n$ :

$$X_1, X_2, \dots, X_n.$$

A sequence of sample values ordered by magnitude  $X_1^{(n)} \leq X_2^{(n)} \leq X_n^{(n)}$  is called a variation series.

If the initial distribution of the general population is characterised by the mathematical expectation  $m$  and the variance  $\delta^2$ , the distribution of the rightmost member of the variation series is

$$P\{X_n^{(n)} < x\} = F(X).$$

It should let agree to call the distribution that delivers the entropy maximum an extremal distribution of type 1. An extremal distribution of type 2 is a limiting  $n \rightarrow \infty$  distribution of type 1. If the initial distribution of the general population is characterised by only one mathematical expectation  $m$ , the distribution of the rightmost member of the variation series is

$$P\{X_n^{(n)} < x\} = G_n(X).$$

It should let agree to call the distribution that delivers the entropy maximum an extremal distribution of type 3. For the case  $n \rightarrow \infty$  the distribution function  $G_n(X)$  degenerates into a type 4 distribution function  $G_\infty(X)$ .

In a similar way, we introduce into consideration the extremal distributions of the minimum values. If the initial distribution of the general population is characterized by the mathematical expectation  $m$  and the variance  $\delta^2$ , the distribution of the rightmost member of the variation series (the minimum of the random sequence):

$$P\{X_n^{(n)} < x\} = Q_n(X).$$

It should let agree to call the distribution that delivers the entropy maximum an extremal distribution of type 5.

As  $n \rightarrow \infty$  it should say that an extremal distribution of type 5 degenerates into an extremal distribution of type 6. If it assumes that the original random variable is characterised only by the mathematical expectation  $m$ , the distribution of the leftmost member of the variational series  $P\{X_n^{(n)} < x\} = R_n(X)$ , which provides the maximum entropy, it should agree to call the extremal distribution of type 6. For the limiting case  $n \rightarrow \infty$  it is useful to introduce a type 8 distribution. Thus, extreme distributions of types 1-4 are distributions of maximum values, and distributions of types 5-8 are distributions of minimum values of random sequences, extreme distributions of types 1, 2, 5, and 6 are distributions of extremes of random sequences of independent and identically distributed random variables of the general population, the distribution function of which is unknown and is characterised only by mathematical expectation and variance, extreme distributions of 3, 4, 6, and 8 types are distributions of extrema of random sequences of independent and identically distributed random variables of the general population, characterised by only one mean, extreme distributions of 3, 4, 7, and 8 types are asymptotic (limiting) distributions. In a compact form, the main notation and definitions are presented in the appendix (*Table 1*).

*The principle of maximum values distribution*

An extreme distribution of type 1 (hypernormal distribution) is a continuous distribution, the probability density of which is the solution of the differential equation:

$$n\sigma^2[F_n(X)]^{\frac{n-1}{n}}\ddot{F}_n(X) + (X - m)\dot{F}_n(X) = 0 \quad (1)$$

where  $m$  and  $\sigma^2$  are the mathematical expectation and variance of the set of initial random variables. The nonlinear differential equation (1) satisfies the natural boundary conditions

$$F_n(-\infty) = 0, F_n(\infty) = 1 \quad (2)$$

and is completely determined by the first two moments ( $m$  and  $\sigma^2$ ) of the original random population and the sample size  $n$ .

The hypernormal distribution corresponds to the distribution function  $F(X)$  of the original random variable, determined by solving the following differential equation with the same boundary conditions

$$n\sigma^2\ddot{F}_n(X)[F(X)]^{n-1}\sigma^2n(n-1)\dot{F}^2(X)[F(X)]^{n-2} + (x - m)\dot{F}_n(X) = 0 \quad (3)$$

$$F(-\infty) = 0, F(\infty) = 1 \quad (4)$$

In the appendix, the figures 1-10 ([Figure 1](#); [Figure 2](#); [Figure 3](#); [Figure 4](#); [Figure 5](#); [Figure 6](#); [Figure 7](#); [Figure 8](#); [Figure 9](#); [Figure 10](#)) show graphs of functions and numerical characteristics (expectation and variance) of the hypernormal distribution for integer parameters  $n$  from 1 to 10, obtained as a result of solving the nonlinear boundary value problem (1), (2). The calculation of the functions  $F_n(X)$  is made for standard conditions (for the scale parameter  $\sigma = 1$  the shift parameter  $m = 0$ ).

For large values of the argument ( $x > m + 3\sigma$ ) the hypernormal distribution asymptotically approaches the normal distribution with density

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma\sqrt{n}}e \quad (5)$$

With an extremal distribution of type 2 (hypernormal distribution), the random variable  $X_n^{(n)}$  has a limiting (for  $n > 10$ ) hypernormal distribution if its quantile function has the form

$$x_p = m + \sigma\sqrt{2n}\sqrt{-E_i(\ln P)} \quad (6)$$

where  $E_i(\ln P)$  is integral exponential function, whose argument is the natural logarithm of the probability  $p = F_\infty(x)$ .

The second table 2 ([Table 2](#)) presents the values of the function of the limiting hypernormal distribution  $F_\infty(x)$ , whose argument is the value:

$$\tilde{x} = \frac{x-m}{\sigma\sqrt{n}}.$$

The mathematical expectation and variance of a random variable is determined by the formulas:

$$E[X_n^{(n)}] = m + \sigma\sqrt{2n} \int_0^1 \sqrt{-E_1(\ln P)} dp = m + 0.69676\sqrt{2n},$$

$$D = 2n\sigma^2 \left\{ \int_0^1 [-E_i(\ln P)] dp - \left[ \int_0^1 E_i(\ln P) \right] dp \right\}^2 = 2n\sigma^2(2 - 0.6067^2) = 3.0292n\sigma^2.$$

An extremal distribution of type 3 is a continuous distribution whose probability density is a solution to the differential equation:

$$mn[G_n(x)]\ddot{G}_n(x) + G_n(x) = 0 \quad (7)$$

where  $m$  is mathematical expectation of the set of initial random variables.

Differential equation (7) satisfies the boundary conditions

$$G_n(0) = 0, G_n(\infty) = 1 \quad (8)$$

The density is determined by the parameters  $m$  and  $n$  (sample size).

An extremal distribution of type 3 corresponds to a quantile function that displays

$$p = \sigma_n(x)bx$$

$$x_p = mp {}_2F_1(l, n; n+1; \sqrt[n]{p}) \quad (9)$$

where  $F_1(\lambda; \beta; \gamma; z)$  are Gaussian hypergeometric function.

Using the representation of the Gaussian hypergeometric function as a series, it is convenient to represent the calculation formula for function (9) in the form:

$$x = mp \sum_{r=0}^{\infty} \frac{n}{n+r} p^{\frac{r}{n}} \quad (10)$$

The mathematical expectation of a random variable  $X_n^{(n)}$  is determined by the dependence:

$$E[X_n^{(n)}] = mn \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(n+r)(2n+r)} \quad (11)$$

The value of the sum  $S_n$  series (Table 3):

$$S_n = n^2 \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(n+r)(2n+r)}.$$

An extreme distribution of type 4 is a continuous limiting ( $n \rightarrow \infty$ ) extreme distribution of type 3. The probability density of this distribution  $G_{\infty}(x)$  is the solution of the differential equation:

$$mnG_{\infty}(x)\ddot{G}_{\infty}(x) + \dot{G}_{\infty}(x) = 0 \quad (12)$$

with boundary conditions  $G_{\infty}(0) = 0; G_{\infty}(\infty) = 1$ .

An extreme distribution of type 4 corresponds to a quantile function that displays:

$$P = G(x) B x,$$

$$X = -\frac{m}{\ln \frac{n+1}{n}} E(\ln P) \quad (13)$$

The mathematical expectation of a random variable  $X_n^{(n)}$  is determined by the dependence:

$$E[X_n^{(n)}] = \frac{m}{\ln \frac{n+1}{n}} \left[ -\int_0^1 E_i(\ln P) dp \right] = \frac{m \ln 2}{\ln \frac{n+1}{n}} \quad (14)$$

#### *Distribution of minimum values*

An extremal distribution of type 5 is considered to be a continuous distribution whose probability density is a solution to the differential equation:

$$n\sigma^2[1 - Q_n(x)]^{\frac{n-1}{n}} \bar{Q}_n(x) + (x - m)Q(x) = 0 \quad (15)$$

where  $m$  and  $\sigma^2$  are mathematical expectation and variance of the set of initial random variables.

Nonlinear differential equation (15) satisfies the natural boundary conditions:

$$Q_n(-\infty) = 0, Q_n(\infty) = 1 \quad (16)$$

and is completely determined by the first two moments ( $m$  and  $\sigma^2$ ) of the initial random population and the sample size  $n$ .

The extremal distribution of type 5 corresponds to the distribution function  $F(x)$  of the original random variable, determined as a result of solving differential equation (15) with boundary conditions (15).

In the appendix, the figures 11-20 (Figure 11; Figure 12; Figure 13; Figure 14; Figure 15; Figure 16; Figure 17; Figure 18; Figure 19; Figure 20) show graphs of functions and numerical characteristics (mathematical expectation and variance) of an extremal distribution of type 5 for



integer parameters  $n$  from 1 to 10, obtained as a result of solving a nonlinear boundary value problem (15), (16). Calculation of the functions  $Q_n(X)$  is made for standard conditions (for the scale parameter  $\sigma = 1$  the shift parameter  $m = 0$ ).

For the values of the argument  $x < m - 3\sigma$ , the extreme distribution of type 5 asymptotically approaches the normal distribution with density:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma \sqrt{n}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2n\sigma^2}}.$$

As  $n \rightarrow \infty$  the extremal distribution of type V approaches asymptotically the extremal distribution of type 6, whose quantile function has the form:

$$X_p = m - \sigma \sqrt{2n} \sqrt{-E(\ln(1 - P))} \quad (17)$$

An extreme type 7 distribution defines a continuous distribution, or density, whose probabilities are the solution of the differential equation:

$$mn[1 - R_n(x)]^{\frac{n-1}{n}} \ddot{R}_n(x) + R_n(x) = 0 \quad (18)$$

where  $m$  is mathematical creation of a set of initial random variables. Differential equation (18) satisfies the boundary conditions and is completely determined by the first parameters  $m$  and  $n$ :

$$R(0) = 0, R_n\left(\frac{mn}{n-1}\right) = 1 \quad (19)$$

An extreme distribution of type 7 corresponds to a quantile function that displays:

$$p = R_n(x) \text{ в } x;$$

$$X_p = \frac{mn}{n-1} [1 - (1 - p)]^{\frac{n-1}{n}} \quad (20)$$

The mathematical expectation of a random variable  $X_n^{(n)}$  is determined by the dependence:

$$E[X_1^{(n)}] = \frac{mn}{2n-1} \quad (21)$$

As  $n \rightarrow \infty$ , the type 7 extremal distribution asymptotically approaches the type 8 extremal distribution.

An extremal distribution of type 8 is considered to be a uniform distribution with a distribution function:

$$R_\infty(x) = \begin{cases} xm^{-1}, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases} \quad (22)$$

And mathematical expectation:

$$E[X_1^{(n)}] = \frac{m}{2}. \quad (23)$$

### Study results and discussion

This section contains a presentation of the most significant results of the study of the theory of extremal distributions of extremal random variables.

The differential equation (I) defining the hypernormal distribution function  $F_n(x)$  is the Euler-Lagrange equation of the following variational problem:

$$H_r = - \int_{-\infty}^{\infty} fn(x) \ln(x) dx \rightarrow \max \quad (24)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} fn(x) dx = 1 \quad (25)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1 \quad (26)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx = 1 \quad (27)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} (x - m)^2 f(x)dx = \sigma^2 \quad (28)$$

$$F_n(x) = F^n(x). \quad (29)$$

The validity of this assertion follows from the proof of theories 1 and 2 below.

Theory 1. Let  $X$  is a random variable with density  $f(x) > 0, x \in (-\infty, \infty), F_n(X)$  is the distribution function of the extreme member of the variational series constructed from a sample of a finite size  $n$  from the general population defined by the random variable  $X$ . Let, further, the first two central moments of the random variable  $X$ :

$$m = \int_{-\infty}^{\infty} sf(x)dx$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m)^2 f(x)dx.$$

Then the entropy maximum is reached on a distribution that satisfies the differential equation (1).

Proof. To do this, it is necessary to find the function  $f(x)$  and  $F^n(x)$ , that ensure the maximum of functional (24) in the presence of holonomic constraint (29) and under isoperimetric conditions (25)-(28). According to the well-known theories of the calculus of variations, the Lagrange multipliers  $\lambda(x), v_0, v_1, v_2$  is introduced and the Euler-Lagrange equations for the extended function is composed. So, if:

$$\frac{\partial L}{\partial f} = -\ln fn(x) - 1,$$

$$\frac{\partial L}{\partial f} = -\lambda(x)n[F(x)]^{n-1},$$

$$\frac{\partial L}{\partial f} = \lambda(x),$$

the Euler-Lagrange equation for the extended function has the form:

$$\frac{d \ln fn(x)}{dx} + \lambda(x) = 0,$$

$$\lambda(x)n[F(x)]^{n-1} + v_1 + 2v_2(x - m) = 0. \quad (30)$$

The last equation, taking into account (30), can be written as:

$$n \frac{d \ln f(x)}{dx} F^n(x) = F(x)[v_1 + 2v_2(x - m)].$$

After substituting  $F_n(x) = [F_n(x)]^n$ , the extremal equation in the considered variational problem has the form:

$$n[F_n(x)]^{\frac{n-1}{n}} \ddot{F}_n(x)[v_1 + 2v_2(x - m)]. \quad (31)$$

or

$$n\ddot{F}_n(x)[F_n(x)]^{n-1} + n(n - 1)[F(x)]^{n-2}F^2(x) = \ddot{F}(x)[v_1 + 2v_2(x - m)]. \quad (32)$$

It should integrate equation (32) over the domain of the distribution function  $F(x)$ , applying integration by parts to the first term. Due to certain properties of the distribution function and boundary conditions, one can make sure that the integral of the left side of equation (32) will be equal to 0, and the Lagrange multipliers  $v_1$  and  $v_2$  will be related to the mathematical expectation by the following final relation:

$$v_1 + 2v_2 - 2v_2m = 0.$$

It follows from here that  $v_1 = 0$ . Multiplying the left and right sides of equation (32) by the independent variable and integrating the resulting equation in a similar way, one can find

the second final relation connecting the factor with the mathematical expectation  $k$  variance.

Indeed, since:

$$\int_{-\infty}^{\infty} [F^{n-1}(x)\ddot{F}(x) + (n-1)F^{n-2}(x)F^2(x)] dx F^{n-1}(x)F(x),$$

then integrating the left side of the new differential equation obtained as a result of multiplication by the independent variable gives the following result:

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} [F^{n-1}(x)\ddot{F}(x) + (n-1)F^{n-2}(x)F^2(x)] dx &= xF(x)F(x), \\ \int_{-\infty}^x [F^{n-1}(x)\ddot{F}(x) + (n-1)F^{n-2}(x)F^2(x)] dx &= xF(x)F(x) \Big\{ \begin{matrix} x = \infty \\ x = -\infty \end{matrix} - \\ \int_{-\infty}^{\infty} F^{n-1}(x)F(x) dx &= -\frac{1}{n} \end{aligned}$$

(the first term after the disclosure of uncertainty gives 0).

Thus,  $2v_2(m^2 - \sigma^2)2v_2m^2 = -1$ . Hence it follows that  $v_2 = \frac{1}{2\sigma^2}$ .

Substitution of the Lagrange multipliers  $v_1$  and  $v_2$  into differential equation (31) makes it possible to verify the validity of differential equations (1) and (3). The theory has been proven.

Many problems of evaluating the efficiency of complex systems and probabilistic analysis of complex processes can be formulated in terms of the theory of order statistics and are related to the study of extreme values. As an illustration of the foregoing, two examples are given below that require such an approach.

Example 1. The average time to prepare a product for use is 100 minutes, the standard deviation is 10 minutes. Five departments simultaneously began preparing for the shipment of a batch of five products. Find the probability of preparing the entire batch of products by the time  $T = 120 \text{ min}$ .

Solution. Let  $F(t)$  is the distribution function of the product preparation time for use (note that in the problem statement the product preparation time distribution law is not specified). Let  $t_1$  is the time of product preparation by the first subdivision, and,  $t_2$  is by the second one, and so on.

Then the sequence  $t_1, t_2, \dots, t_5$  is a sample of independent identically distributed random variables. If to arrange this sequence by the value  $t_1^{(5)} \leq t_2^{(5)} \leq \dots \leq t_5^{(5)}$ , the distribution of the extreme member of the variational series  $t_5^{(5)}$   $F_5(t) = F^5(t) = P\{t_5^{(5)} < T\}$  determines the probability that the random variable  $t_5^{(5)}$  will be less than the number  $T$ .

According to the condition of the problem, it is required to find

$$F_5(t)P\{t_5^{(5)} < 120\}.$$

In this case, it is worth noting that such a schematization of a probabilistic experiment suggests using the hypernormal distribution function with parameters  $n = 5$ , to calculate the probability  $P\{t_5^{(5)} < 120\}$ .

Passing to normalised standard values, it is obtained:

$$x = \frac{T-m}{\sigma} = \frac{120-100}{10} = 2.0.$$

According to the graph for  $F_5(x)$  at  $x = 2.0$ , it is found:

$$F_5(2.0) = 0.75.$$

Example 2. "Model of collection on alarm". There are eight individual means (units) of the

same type (ships, aircraft, etc.) located at the initial moment at the base (airfield, etc.), which, according to the alarm signal, should arrive in a given area. The average time of moving one object to this region is  $m = 3 \text{ hrs}$ , the standard one is  $0.5 \text{ hr}$ . In how many hours it is necessary to give an alarm signal so that all eight units arrive in a given area with a probability  $P$  at least 80%.

Solution. According to the graph  $F_8(x)$  для  $P = 0.8$ , the quantile is found  $x_{0.8} = 3.1$ .

Since  $x = (t - m_t)\sigma^{-1}$ , then  $t = m_1 + \sigma_1 x_{0.8} = 3 + 0.5 * 3.1 = 4.55$ .

It is necessary to dwell on one case of asymptotic behavior of the hypernormal distribution. Let  $n \rightarrow \infty$  (practically for  $x > 3$ ), a natural consequence of this condition is  $F_n(x) \rightarrow 1$ . Then the differential equation (1) can be represented for standard conditions ( $m = 0, \sigma = 1$ ) in the following form:

$$n\ddot{F}_n(x) + x\dot{F}_n(x) = 0. \quad (33)$$

Separating the variables, it is found:

$$\frac{d \ln fn(x)}{dx} = -\frac{x}{n} \quad (34)$$

где  $fn(x) = \frac{dF_n(x)}{dx}$  – ПЛОТНОСТЬ ГИПЕРНОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.

Integration of equation (34) makes it possible to verify the validity of the following result, presented in the form of the following theory.

Theory 2. For large values of the argument, the hypernormal distribution asymptotically tends to the normal distribution with density (5).

The result obtained can be somewhat strengthened by considering, instead of the hypernormal distribution function, the normal distribution function that satisfies the differential equation (1), with a variance depending on the value of the argument:

$$fn(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D(x)}} e^{-\frac{x^2}{2D(x)}}.$$

Using equation (1), it can be shown that the nature of the change in the variance  $D(x)$  is determined by the following differential equation

$$(x^2 - D) \frac{dD}{dx} - 2xD + \frac{2xD^2}{n[\phi(x)]^{\frac{n-1}{n}}} = 0. \quad (35)$$

where  $D(x)$  is Laplace function.

It follows from differential equation (35) that for

$$x \rightarrow \infty, D(x) \rightarrow \sigma^2 n.$$

We set ourselves the goal of determining the function of the limiting hypernormal distribution (extreme distribution of type 2) in the following form:

$$F_\infty(x) = P\{\sqrt{n}X < x\}. \quad (36)$$

For sufficiently large values of  $n$ . For standard conditions ( $m = 0, \sigma = 1$ ), the differentiated equation (1) can be represented (при  $n \rightarrow 0$ ) in the following form:

$$nF_\infty(x)\ddot{F}_\infty(x) + x\dot{F}_\infty(x) = 0. \quad (37)$$

It is possible to check that the change of the independent variable  $y = \frac{x^2}{n}$  allows to transform equation (37) to the following form:

$$2F_\infty(y) \frac{d^2 F_\infty}{dy^2} + \frac{dF_\infty}{dy} = 0. \quad (38)$$

Separating the variables and integrating, it is found:

$$\frac{dF_\infty}{dy} = -\frac{1}{2} \ln F_\infty. \quad (39)$$

From this it follows:

$$y = -1 \int_0^P \frac{dF_\infty}{\ln F_\infty} = -2E_i(\ln P) \quad (40)$$

where  $l_i P$  and  $E_i(\ln P)$  is integral logarithm and integral function respectively.

Making the reverse transition from  $y$  to  $x$ , it can be obtained the following result, presented in a compact form in the form of the following theory.

Theory 3. The quantile function of the hypernormal distribution asymptotically ( $n \rightarrow 0$ ) approaches the function

$$x_p = \sqrt{2n} \sqrt{-E_i(\ln P)}.$$

The proof of the theory follows from the above reasoning and confirms the validity of relation (6).

As an example, illustrating the applicability of an extreme type 2 distribution, consider a test planning problem.

Example 3. Tests for the failure-free operation of a product should be performed for no more than 100 days. It is assumed that by the end of the tests at least 90% of the ordered products should fail. A preliminary assessment of the reliability indicators showed that the operating time is average, but the failure  $T_c$  is 50 days, and its standard deviation  $\sigma_1$  is equal to 5 days. How many items do you need to order and test?

Decision. If the law of the time-to-failure distribution is not known, and the ratio between the mathematical expectation and the standard expectation is such that there are grounds to consider the range of permissible values practically unlimited and the estimated number of ordered products  $n > 10$ , then using the function of the limiting hypernormal distribution, according to Table 2, we define the argument (*Table 2*):

$$F_\infty(\tilde{x}) = 0.9 \quad (\tilde{x} \approx 1.9).$$

Then:

$$\frac{T_g - T_0}{\sigma_r \sqrt{n}} = 1.9$$

where  $T_g = 100$  days (directive test time).

Therefore:

$$n = \left( \frac{T_g - T_0}{\sigma_r \cdot 1.9} \right)^2 = \left( \frac{100 - 50}{5 \cdot 1.9} \right)^2 \approx 25 \text{ items.}$$

When solving practical problems, one can hardly hope for the completeness of information about the initial random variable, which makes it possible to estimate higher moments of its distribution. If the available information about the initial random variable allows us to give only an estimate of its mathematical expectation, then in the conditions of problem (24)-(29) the condition (28) is excluded, as will be shown below, the entropy maximum is achieved on a distribution that satisfies the differential equation (7). By inverting the distribution function  $G_n(x)$ , one can obtain the following result, presented as a theory.

Theory 4. Let  $X$  be a random variable with density  $g(x) > 0, x \in (0, \infty), G(x)$  is the distribution function of the maximum value from the set of  $n$  random variables from the general

population defined by the random variable  $X$ . Let, further, the mathematical expectation of the random variable  $X$ :

$$m = \int_0^{\infty} xg(x)dx.$$

Then the entropy maximum is reached on a distribution that satisfies the differential equation (7) with the quantile function (9).

The proof will be as follows. Differential equation (7) is the Euler-Lagrange equation:

$$\begin{aligned} n[G_n(x)]^{\frac{n-1}{n}} \ddot{G}_n(x) - \nu \dot{G}_n(x) &= 0 \\ G_n(0) = 0, G_n(\infty) & \end{aligned} \quad (41)$$

where  $\nu$  is undefined multiplier.

The next variational problem:

$$\begin{aligned} H_{\varepsilon} &= - \int_0^{\infty} \dot{G}_n(x) \ln \dot{G}_n(x) dx \rightarrow \max, \\ \int_0^{\infty} \dot{G}_n(x) dx &= 1, \\ \int_0^{\infty} g(x) dx &= 1, \\ \int_0^{\infty} xg(x) dx &= m, \\ G_n(x) &= \left[ \int_0^{\infty} g(x) dx \right]^n. \end{aligned} \quad (42)$$

Formal integration of equation (41) for  $n = 1$  gives an exponential distribution law, and for  $n \neq 1$  leads to a dependence of the form

$$x = \int_0^{G_n} \frac{dG_n}{\nu G_n^{\frac{1}{n}} + G_n(0)} \quad (43)$$

Using the substitution  $z = G_n^{\frac{1}{n}}$  (43), преобразуем к табличному:

$$\int_0^u x^{m-1} (1 + \beta x)^{-\nu} dx = \frac{u^{\mu}}{\mu} {}_2F_1(\nu, \mu; 1 + \mu; -\beta u)$$

where  ${}_2F_1(\alpha, \rho; \gamma; s)$  is hypergeometric Gaussian function. Therefore:

$$\dot{G}_n(0)x = Z^n {}_2F_1(1, n; n + 1; -\beta z) \quad (44)$$

or

$$\dot{G}_n(0)x = p {}_2F_1(1, n; n + 1; \beta^n \sqrt{p}),$$

where  $\beta = \frac{\nu}{\dot{G}_n(0)}$  и  $p = G_n(x) = P\{x_n^{(n)} < x\}$ .

The normalisation condition for the distribution function  $G_n(x)$  implies the following relation:

$$\beta = \frac{\nu}{\dot{G}_n(0)} = -1.$$

Indeed, the quantile functions determined from relation (44) have the form:

$$x = \frac{z^n}{\dot{G}_n(0)} {}_2F_1(1, n; n + 1; -\beta z).$$

For the original random variable:

$$x_p = \frac{p}{\dot{G}_n} {}_2F_1(1, n; n + 1; -\beta^n \sqrt{p}).$$

For the maximum value from a set of  $n$  random variables. For  $x_p \rightarrow \infty, z = \sqrt[n]{\dot{G}_n(x)} \rightarrow 1$  and  $p = G_n(x) \rightarrow 1$  and vice versa.

The Gauss hypergeometric function can be represented as the following series:

$${}_2F_1(\alpha, \rho; \gamma; s) = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{d_r \beta_r s^r}{\gamma_{(r)}} \frac{s^r}{r}$$

where  $\lambda_{(r)} = \frac{\Gamma(\alpha+r)}{\Gamma(\alpha)}$ .

For  $p = 1 (z = 1)$ , series

$$\sum_{r=0}^{\infty} \frac{1_{(r)} n_{(r)}}{(1+n)_r} \frac{(-\beta)^r}{r!} \quad (45)$$

should diverge.

According to the d'Alembert test, series (45) will diverge if the relation follows:

$$\frac{1_{(r+1)} n_{(r+1)} (-\beta)^{(r+1)} (n+1)_{(r)} r!}{(1+n)_{(r+1)} 1_{(r)} n_{(r)} (-\beta)^r (r+1)!} \geq 1.$$

Or after transformation:

$$-\beta = \frac{n+r+2}{n+2} \geq 1.$$

Therefore, in order for the series to diverge (the normalisation condition is satisfied), it is necessary that for the sufficiently large  $r (r \rightarrow \infty)$  complex:

$$\beta = \frac{\nu}{\hat{G}_n(0)} = -1.$$

To determine the density value at the initial point  $\hat{G}_n(0)$ , one integrates relation (44) taking into account the obtained value for  $\beta$ :

$$\int_0^1 \hat{G}_n(0) x dz = \int_0^1 z^n {}_2F_1(1, n; n+1; z) dz.$$

The left side of the equation in accordance with the definition  $z = [G_n(x)]^{\frac{1}{n}}$  is the product of the value of the distribution density at zero  $\hat{G}_n(0)$  and the mathematical expectation of the original random variable. It can be shown that the right side of the equation is equal to one. Indeed, by representing the hypergeometric function as a series and changing the order of summation and integration, it is defined:

$$\int_0^1 z^n \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1_{(r)} n_{(r)} (z)^r}{(1+n)_r r!} dz = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1_{(r)} n_{(r)}}{(1+n)_r r!} \frac{1}{r+1} = \frac{n}{(n+r)(n+r+1)}.$$

Series  $\sum_{r=0}^{\infty} \frac{n}{(n+r)(n+r+1)}$  can be represented as the difference between two series:

$$\sum_{r=0}^{\infty} \frac{n}{(n+r)(n+r+1)} = n \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(n+r)} - n \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(n+r+1)},$$

which after transformation can be represented as follows:

$$n \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(n+r)} - n \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1}{(n+r+1)} = n \sum_{m=n}^{\infty} \frac{1}{m} - n \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{1}{m} = n \frac{1}{n} + \sum_{m=n}^{\infty} \frac{1}{m} - n \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{1}{m} = 1.$$

Thus,  $\hat{G}_n(0)m = 1$ . Therefore,  $\hat{G}_n(0) = m^{-1}$  and the Lagrange multiplier  $\nu = \beta \hat{G}_n(0) = -m^{-1}$ .

Substituting the value of the Lagrange multiplier into the differential equation (41) makes it possible to verify the validity of the differential equation (5) and the quantile function (9). The theory has been proven.

It is also necessary to clarify the method for determining the mathematical expectation of the largest value for the case under consideration. In a way analogous to that which was applied

in the derivation of the formula for determining the value of the density at zero  $\hat{G}_n(0)$ , one can show that:

$$E[X_n^{(n)}] = m \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1^{(r)n(r)}}{(n+r)(2n+2)}.$$

To sum up, it suffices to integrate the quantile function (9):

$$E[X_n^{(n)}] = \int_0^1 x_p dp = m \int_0^1 p {}_2F_1(1, n; n+1; \sqrt[n]{p}) dp.$$

Representing the hypergeometric function as a series and rearranging the operations of summation and integration, one can find:

$$E[X_n^{(n)}] = m \sum_{r=0}^{\infty} \frac{1^{(r)n(r)}}{(n+r)r!} \int_0^1 p^{1+\frac{r}{n}} dp = m \sum_{r=0}^{\infty} \frac{n^2}{(n+r)(2n+2)}.$$

In table 3 shows the values of the sum  $S_n$ , which make it possible to estimate the mathematical expectation of the maximum value from samples of  $n$  to 10 (for  $n > 10$ , one can use, as will be shown below, the asymptotic properties of the obtained extreme distributions of extreme values) (Table 3).

If we set ourselves the goal of determining the function of the limiting extremal distribution of type 4, then, by performing constructions similar to the constructions used in the proof of Theory 3, we can obtain the result presented in the form of the following theory, given by virtue of obviousness without proof.

Theory 5. The quantile function of type 3 extremal distribution asymptotically ( $n \rightarrow \infty$ ) approaches the function:

$$x = \frac{m}{\ln \frac{n+1}{n}} E_i(\ln P).$$

As an example, illustrating the applicability of extremal distributions of types 3 and 4, consider the problem of “forecast by one point”.

Example 4. A discrete random process  $x(n)$  is observed, its value  $x(1)$  is fixed at the first observation point. What is the expected value of the maximum value at the second point at the 20th point?

Solution. It is natural to take  $m = x(1)$  as an estimate of the mathematical expectation of the average process under one observation. Then, using Table 3, one finds  $E[\max X(2)] = x(1) * 1.1628$  and, using dependence (14), one determines:

$$E[\max X(20)] = x(1) \frac{\ln 2}{\ln \frac{21}{20}} = x(1) * 14.2067.$$

Further, it is necessary to consider some features of the construction of extremal distributions of minimal values. Differential distribution type 5  $Q_n(x)$  is the Euler-Lagrange equation of a variational problem similar to problem (24)-(29). The difference in the formulation of the variational problem lies in the replacement of relation (29) by the dependence:

$$Q_n(x) = 1 - [1 - F(x)]^n \quad (46)$$

defining the distribution function of the smallest value  $Q_n(x)$  through the distribution function of the original random variable  $F(x)$ . This implies that

$$H_\varepsilon = - \int_0^\infty \dot{Q}_n(x) \ln \dot{Q}_n(x) dx \rightarrow \max$$

under isoperimetric conditions (25)-(28) and holonomic constraint (46).



The solution of this variational problem allows us to formulate a result similar to that stated in Theory 1.

Theory 6. Let  $X$  be a random variable with density  $f(x) > 0, x \in (-\infty, \infty), Q_n(x)$  is the distribution function of the smallest (leftmost) member of the variational series constructed from a sample of finite size  $n$  from the general set determined by the random variable  $X$ . Let, further, the two first central moments of the random variable  $X$ :

$$m = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx,$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m)^2 f(x)dx.$$

Then the entropy maximum is reached on a distribution that satisfies the differential equation (15).

Using dependence (46) and differential equation (15), one can verify that the extremal distribution  $Q_n(x)$  corresponds to the distribution function  $F(x)$  of the original random variable, determined by differential equation (3).

As an example of using a type 5 distribution, consider the following problem.

Example 5. Under the conditions of Example 1, find the probability of preparing the first product by the time  $T = 100 \text{ min}$ .

Solution. The solution to this problem is reduced to a sequence of reasoning and actions applied in solving Example 1. As a result, passing to the normalized standard values  $x = \frac{T-m}{\sigma} = \frac{100-100}{10} = 0$  according to the schedule  $Q_5(x)$  for  $x = 0$ , one finds  $Q_5(x) = P(t_{(1)}^5 < 100) = 0.72$ .

Analytic properties of the function  $Q_n(x)$  are similar to those of the function  $F_n(X)$ . Therefore, for small values of the argument  $x < m - 3\sigma$  the extreme distribution of type V asymptotically approaches the normal distribution about the parameters  $m$  and  $n\sigma^2$ , and for  $n \rightarrow \infty$  it degenerates into an extreme distribution of type 6, the quantile function of which is described by dependence (17).

Generalising the results concerning extremal distributions of types 1 and 5, it seems appropriate to find the distribution function of the order statistics  $X_m^{(n)} (m = 1, 2, \dots, n)$ , which provides the entropy maximum under isoperimetric conditions (26)-(28). If the initial population distribution  $F(x)$  has density  $f(x)$ , then the distribution of order statistics  $X_m^{(n)}$  ИМЕЕТ ПЛОТНОСТЬ ВИДА:

$$f_{nm}(x) = \frac{d}{dx} P\{X_n^{(n)} < x\} = \frac{n!}{(m-1)(n-m)} F(x)^{m-1} [1 - F(x)]^{n-m} f(x) \quad (47)$$

The extremal distribution of the order statistics (the favorite member of the variational series) is determined by the solution of the Euler-Lagrange equation of the following variational problem:

$$H_\varepsilon = - \int_0^\infty f_{mn}(x) \ln f_{nm}(x) dx \rightarrow \max \quad (48)$$

$$1 = \int_{-\infty}^{\infty} f_{nm}(x) dx \quad (49)$$

$$m = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) dx \quad (50)$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m)^2 f(x) dx \quad (51)$$

$$F_{nm}(x) = \frac{n!}{(m-1)!(n-m)!} \int_0^{F(x)} y^{m-1} (1-y)^{n-m} dy \quad (52)$$

Applying the course of reasoning and those transformations and constructions that were used in the proof of Theory 1, we can obtain a nonlinear differential equation with respect to the function  $F_{nm}(x)$ :

$$\sigma^2 \ddot{F}_{nm} + \frac{(x-m) \sum_{v=0}^{\infty} \frac{[F_{nm}(x)-F(x_0)]^v}{v!} D^v F_{nm}}{F_{nm}(x_0)} \quad (53)$$

Satisfying the boundary conditions  $F_{nm}(-\infty) = 0, F_{nm}(\infty) = 1$ .

Depending on (53)  $D = \frac{(m-n)!(n-m)!}{n!} F^{1-m} (1-F)^{m-n} \frac{d}{dF}$  is conversion operator with properties  $D^v = D(D^{v-1}), D^0 = F$ .

The reference value  $x_0$  for the function  $F_{nm}(x)$  can be chosen at any point where the distribution density (47) does not vanish. Note that for  $m = n$  differential equation (53) degenerates into equation (1), and for  $m = n$  into equation (15).

Thus, the solution of the variational problem (48)-(53) and the representation of the nonlinear part of the differential equation using an operator series (S. Lie's series) allows us to represent the result obtained in a compact form in the form of the following theory.

Theory 7. Let  $X$  be a random variable with density  $f(x) > 0, x \in (-\infty, \infty), F_{nm}(X)$  is the distribution function of the order statistics  $X_m^{(n)}$  for a variational series constructed from a sample of finite size  $n$  from the general population determined by the random variable  $X$ . Further, let the first two central moments of the random variable  $X$  be known:

$$m = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m)^2 f(x) dx.$$

Then the entropy maximum is reached for a distribution that satisfies the differential equation (53).

In conclusion, we note some features of extremal distributions of types 7 and 8. Differential equation (18) is the Euler-Lagrange equation of a variational problem similar to problem (42). The difference in the formulation of the problems lies in the replacement of the last holonomic constraint  $G_n(x) = [\int_0^x g(x) dx]^n$  by the dependence  $R_n(x) = 1 - [1 - \int_0^x r(x) dx]^n$ , which determines the distribution function of the smallest value  $R_n(x)$  through the distribution function of the original random variable  $R(x) = \int_0^x r(x) dx$ .

Integration of the differential equation (18) allows one to obtain the quantile function (20), and the passage to the limit  $n \rightarrow \infty$  yields dependence (22). A characteristic feature of these distributions is that they are realised in the class of finite functions (truncated on the right). It should also be noted that the dependencies for the mathematical expectations of the smallest values (21) and (23) can find practical application in the express evaluation of samples from an unknown general population.

The asymptotic behavior of the largest observation in a sample of size  $n$  from a distribution with distribution function  $F(x)$  was a problem in the "classical" theory of extreme values. The central result of this theory (the theorem on three types of limit distributions) was first obtained by Fisher and L. Tippett in 1928 (Tippett, 2012) and was later proved in full generality in 1943

by B.V. Gnedenko (*Gnedenko, 1943*). A systematic exposition of the theory of limiting distributions of extreme quantities and applications to technical problems can be found in Gumbel's monograph (*Gumbel, 2012*). However, here it is necessary to note some specific limitations of the asymptotic theory of extremal quantities. First of all, all extreme value distributions are derived either from the exact original distribution or from a distribution of some type. The original distribution from which the extreme values are selected must belong to one of the three types of distributions. In reality, the analytic properties of the original distribution are rarely known, and hence the conditions for using the asymptotic theory of extreme values do not always correspond to observations and practical applications. Note that in the "classical" theory of extreme values, when constructing parametric forms of distributions of extreme values, the key idea (stability postulates) used earlier by Fisher and L. Tippett is used, which consists in the following. Since the largest observation in a sample of size  $mn$  can be considered as the largest member in a sample of size  $n$ , consisting of the maximum members of samples of size  $m$ , and since in the case of the existence of a limit distribution  $\Lambda(x)$  both of these distributions will tend to  $\Lambda(x)$  at  $m \rightarrow \infty$ , then  $\Lambda(x)$  must satisfy the relation  $\Lambda^n(a_n x + b) = \Lambda(x)$ , i.e., the largest observation in the sample of size  $n$  from the distribution with the distribution function  $\Lambda(x)$  must, after appropriate normalisation, itself have a limit distribution function  $\Lambda(x)$ . The solution of this functional equation with respect to  $\Lambda(x)$  allows us to obtain the following three parametric forms (three types of distributions of extreme values built on the stability postulate):

$$\text{Type 1: } \Lambda_1(x) = \exp(-e^{-x}), -\infty < x < \infty.$$

$$\text{Type 2: } \Lambda_2(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \exp(-x^{-a}), & a > 0, x > 0 \end{cases}$$

$$\text{Type 3: } \Lambda_3(x) = \begin{cases} \exp(-(-x)^a), & a > 0, x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}.$$

In this case, it is logical to compare the distributions of extreme values based on different construction principles. As an example, consider the graphs of distribution functions  $F_\infty(x)$  and  $\Lambda_1(x)$   $\Lambda_1(x) = \exp\left(-e^{-\frac{x-a}{b}}\right)$ . Naturally, the functions must be compared with the same scale and position parameters. Note that if a sample  $x_1, x_2, \dots, x_k$  is given from the population with the distribution function  $\Lambda_1(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-a}{b}\right)\right)$ , as estimates  $a^*$  and  $b^*$  of unknown parameters  $a$  and  $b$ , one can take solutions of equations (6):

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{x_i - a^*}{b^*} = C$$

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left\{ -\frac{x_i - a^*}{b^*} \right\} = 1,$$

where  $C$  is Euler constant.

Equating the empirical values of the moments of random variables  $\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$  and  $\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \exp\left(-\frac{x_i}{b}\right)$  with the theoretical ones for the distribution  $F_\infty(x)$ , after some algebraic transformations, one can find equations relating the parameters  $a^*$  and  $b^*$  of the distribution function  $\Lambda_1(x)$  and  $m$ , and  $\sigma\sqrt{2n}$  of the distribution function  $F_\infty(x)$ :

$$m + \sigma\sqrt{2n}I_1 = a^* + cb^* \quad (54)$$

$$e^{-\frac{m}{b^*} I_2 \left( \frac{\sigma\sqrt{2n}}{b} \right)} = e^{-\frac{a^*}{b^*}}$$

where

$$I_2 = \int_0^1 \sqrt{-E_i(\ln p)} dp = 0.6967,$$

$$I_2 \left( \frac{\sigma\sqrt{2n}}{b} \right) = \int_0^1 e^{-\frac{\sigma\sqrt{2n}\sqrt{-E_i(\ln p)}}{b}} dp.$$

With appropriately chosen normalizing and centering parameters  $a^* = 0$  and  $b^* = 1$ , the limiting hypernormal distribution corresponds from equations (54) to the values of the parameters  $\sigma\sqrt{2n}$  and  $m$ , determined from the following relations obtained from the systems of equations (54):

$$\sigma\sqrt{2n} + \ln I_2(\sigma\sqrt{2n}) = 0,$$

$$m = 0 - \sigma\sqrt{2n} I_1.$$

The figure (Figure 21) shows the graph of the function  $\Lambda(x) = e^{-e^{-x}}$  and the graph of the function of the limiting hypernormal distribution corresponding to it in terms of parameters  $F_\infty(x) = -1.48 + 3\sqrt{-E_i(\ln P)}$ .

A comparison of the graphs indicates the closeness of the statistical laws of extreme values obtained under different assumptions. On the other hand, it is not possible to introduce partial ordering into the set of distribution functions of the form  $\Lambda_1(x)$  and  $F_\infty(x)$  (the graphs illustrate this circumstance): the function  $\Lambda_1(x)$  does not dominate the function in the sense of the first order. Therefore, when choosing a mathematical model of the mechanism for the formation of extreme random variables, when constructing estimates that guarantee their effectiveness, etc., one should be guided by the stability postulate, if it is known that the distribution of the initial random variable belongs to the exponential type distribution (4), and by the principle of maximum uncertainty, if only estimates of the mathematical expectation and the variance of the original random variable (1) are known.

As an example, illustrating the possibility of using the considered laws of distributions of extreme values, it is presented the distribution function of the levels of water rise at the mouth of the Neva, constructed according to statistical data fixed since 1703 (7):

$$\Lambda_1(x) = \exp \left\{ -e^{-\frac{x-221,4}{30,38}} \right\},$$

$$x = 183 + 7.97\sqrt{2n}\sqrt{-E_i(\ln P)}$$

where  $x$  is level of Neva's mouth water rise in centimeters.

Comparison of the probabilities of occurrence of events  $P\{x \leq 200\}^n$ , built on these dependencies, is similar to the nature of dependencies (Figure 21).

The discussion of the applications of the theory of extrema of sequences of random variables is given fragmentarily and does not yet cover the whole variety of possible problems related to extreme values, because "... nature speaks to us in the language of mathematics" (G. Galileo) and it is quite appropriate that this area is worthy of study on its own. yourself. Therefore, it seems appropriate to proceed to the consideration of the basic problems of constructing models and some generalisations, confining ourselves mainly to the formulation of the main results.

## Conclusion

Thus, in the study course, the definition of an extreme value within the framework of the theory was refined, the typology of the distribution of maximum values was analysed, seven theories of the hypernormal distribution were identified and their proofs were presented, and practical examples of the application of each theory were given. The practical significance of the study of extreme random variables models in various areas of industrial human activity was confirmed.

The materials of the study can be used in the widest range: from application in risk management of industrial production to predicting the probabilities of natural phenomena, which makes it possible to prevent significant economic and social losses of society, as well as make a tangible contribution to programming the probabilities of the development of the society of the future.



## References:

- Akimov, V. A., Bykov, V. A., & Shchetinin, E. Yu. (2009). *An introduction to extreme value statistics and its applications*. Russian Emergency Situations Ministry. Moscow. (In Russian)
- Ambler, S. (2002). *Agile Modeling: Effective Practices for EXtreme Programming and the Unified Process*. J. Wiley.
- Auer, K., & Miller, R. (2001). *Extreme Programming Applied: Playing to Win* (1st ed.). Addison-Wesley Professional.
- Beck, K. (2003). *Test Driven Development: By Example* (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
- Beck, K., & Fowler, M. (2001). *Planning Extreme Programming*. Addison-Wesley Professional.
- Buychik, A. (2021). Updating the parameters of the development of effective economic thought to motivate society to finance innovative activities. *European Scientific e-Journal*, 4(10), 7-16.
- Gnedenko, B. V. (1943). Sur la distribution limite du terme maximum d'une serie aleatoire. *Annals of Mathematics*, 44(3), 423-453. (In French)
- Gumbel, E. J. (2012). *Statistics of Extremes*. New York: Columbia University Press.
- Komissarov, P. V. (2021). Determination of the centric rate of the economic stability domain for manufacturing enterprises. *European Scientific e-Journal*, 4(10), 27-36.
- Khatskevich, V. L. (2013). On some extreme properties of mean values and mathematical expectations of random variables. *Bulletin of the Voronezh State Technical University*, 9(3-1), 39-44. (In Russian)
- Khatskevich, V. L. (2020a) Average characteristics of fuzzy random variables and their extreme properties. *Proceedings of the International Conference of the Voronezh Spring Mathematical School "Pontryagin Readings – XXXI"*, 229-230. (In Russian)
- Khatskevich, V. L. (2020b). On extremal properties of mean fuzzy-random variables. *S.G. Krein Voronezh Winter School of Mathematics*, 307-312. (In Russian)
- Kvashko, L. P., & Losev, A. S. (2013). Introduction to the theory of extreme values. *In the World of Scientific Research*, 57-62. (In Russian)
- Mikhailov, V. S. (2012). Theory of extreme values as a risk management tool. *Economics of Nature Management*, 6, 130-133. (In Russian)

- Popov, V. A. (2013). *Probability Theory. Part 2. Random Variables: Textbook*. Kazan: Kazan University. (In Russian)
- Smolyakov, E. R. (2011). Fundamentals of extremal theory of dimensions and fundamental new results. *Proceedings of the Institute for System Analysis of the Russian Academy of Sciences*, 61(4), 110-120. (In Russian)
- Shchetinin, E. Yu., & Nazarenko, K. M. (2008). *Mathematical models, methods for estimating distribution functions of extreme values*. Dubna: Publishing House of the Branch of the Joint Institute for Nuclear Research. (In Russian)
- Tippett, L. (2012). *Statistics* (2nd ed.). London: Oxford University Press.
- Tippett, L. (2013). *Random Sampling Numbers* (3rd ed.). London: Cambridge University Press.



## Appendix

Table 1. Extreme distributions and statistical characteristics of the original random variable

Determination	Extreme distributions and statistical characteristics of the original random variable			
	Mathematical expectation $m$ and variance $\sigma^2$		Expected value $m$	
$P\{X_n^{(n)} < x\}$	$F_n(X)$ type 1	$F_\infty(X)$ type 2 (limiting ( $n \rightarrow \infty$ )))	$G_n(X)$ type 3	$G_\infty(X)$ type 4 (limiting ( $n \rightarrow \infty$ )))
$P\{X_1^{(n)} \geq x\}$	$Q_n(X)$ type 5	$Q_\infty(X)$ type 6 (limiting ( $n \rightarrow \infty$ )))	$R_n(X)$ type 7	$R_\infty(X)$ type 8 (limiting ( $n \rightarrow \infty$ )))

Table 2. Values of the function of the limiting hypernormal distribution  $F_\infty(x)$ , whose argument is the value  $\tilde{x}$

$\tilde{x}$	$F_\infty(\tilde{x})$	$\tilde{x}$	$F_\infty(\tilde{x})$
0,1	0,0230	1,6	0,830
0,2	0,0707	1,7	0,858
0,3	0,126	1,8	0,873
0,4	0,192	1,9	0,904
0,5	0,259	2,0	0,921
0,6	0,326	2,1	0,936
0,7	0,393	2,2	0,949
0,8	0,457	2,3	0,959
0,9	0,518	2,4	0,967
1,0	0,573	2,5	0,975
1,1	0,628	2,6	0,981
1,2	0,676	2,7	0,985
1,3	0,722	2,8	0,988
1,4	0,762	2,9	0,992
1,5	0,798	3,0	0,996

Table 3. The value of the sum  $S_n$  of a series from 1 to 5

$n$	1	2	3	4	5
$S_n$	1	1,628	2,2643	2,8878	3,4967
$n$	6	7	8	9	10
$S_n$	4,0904	4,6694	5,2338	5,7844	6,3214

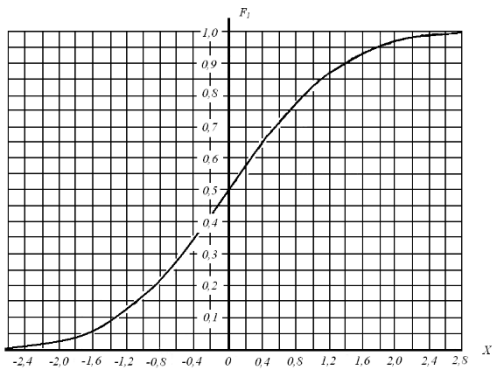


Figure 1. Distribution function  $F_1(x) = P\{x_1^{(1)} < x\}$ ; ( $m = 0, \sigma^2 = 1$ )

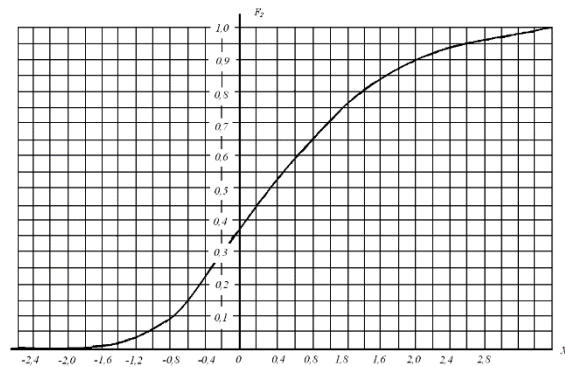


Figure 2. Distribution function  $F_2(x) = P\{x_2^{(2)} < x\}$ ; ( $m = 0.4634; \sigma^2 = 1.1077$ )

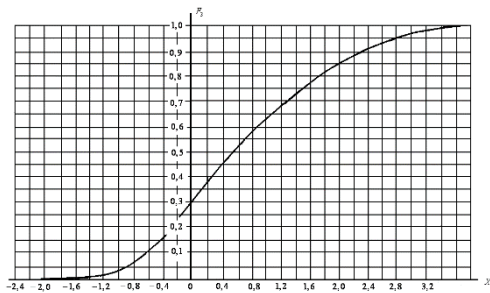


Figure 3. Distribution function  $F_3(x) = P\{x_3^{(3)} < x\}$ ;  $m = 0.5355$ ;  $\sigma^2 = 1.3594$

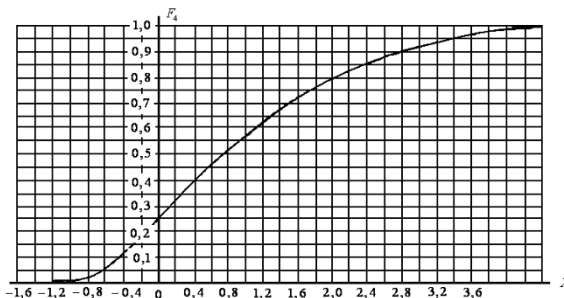


Figure 4. Distribution function  $F_4(x) = P\{x_4^{(4)} < x\}$ ;  $m = 0.9764$ ;  $\sigma^2 = 1.6622$

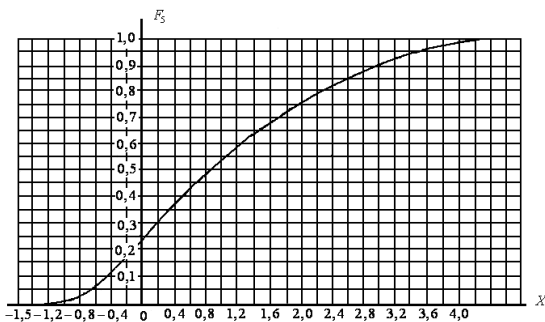


Figure 5. Distribution function  $F_5(x) = P\{x_5^{(5)} < x\}$ ;  $m = 1.1355$ ;  $\sigma^2 = 2.0190$

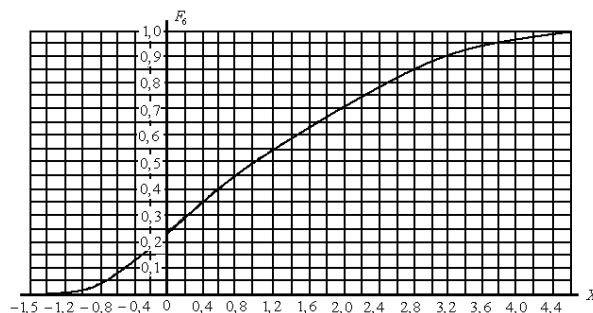


Figure 6. Distribution function  $F_6(x) = P\{x_6^{(6)} < x\}$ ;  $m = 1.2458$ ;  $\sigma^2 = 2.3316$

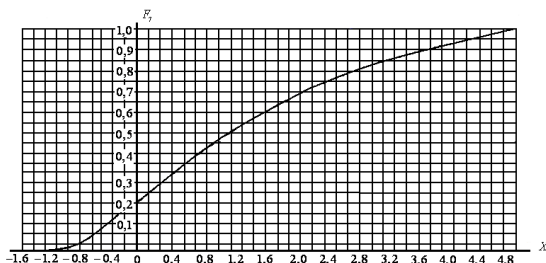


Figure 7. Distribution function  $F_7(x) = P\{x_7^{(7)} < x\}$ ;  $m = 1.4656$ ;  $\sigma^2 = 2.9520$

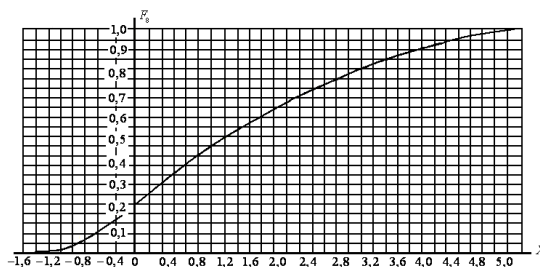


Figure 8. Distribution function  $F_8(x) = P\{x_8^{(8)} < x\}$ ;  $m = 1.5504$ ;  $\sigma^2 = 3.3127$



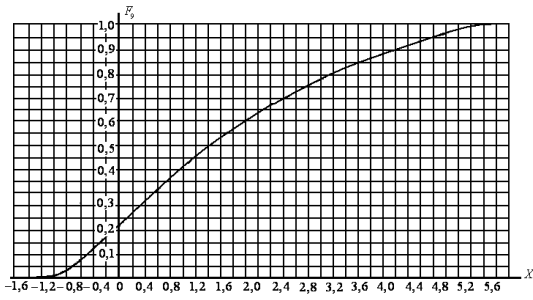


Figure 9. Distribution function  $F_9(x) = P\{x_9^{(9)} < x\}$ ;  $m = 1.5748$ ;  $\sigma^2 = 3.5122$

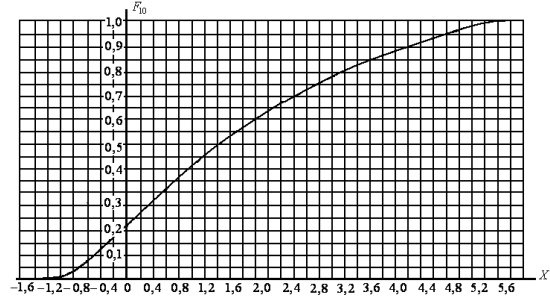


Figure 10. Distribution function  $F_{10}(x) = P\{x_{10}^{(10)} < x\}$ ;  $m = 1.5792$ ;  $\sigma^2 = 3.6438$

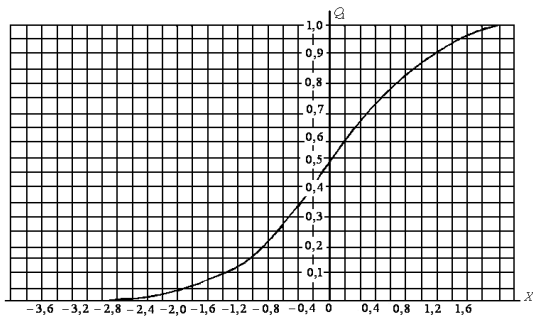


Figure 11. Distribution function  $Q_1(x) = P\{x_1^{(1)} < x\}$ ;  $m = 0$ ;  $\sigma^2 = 1$

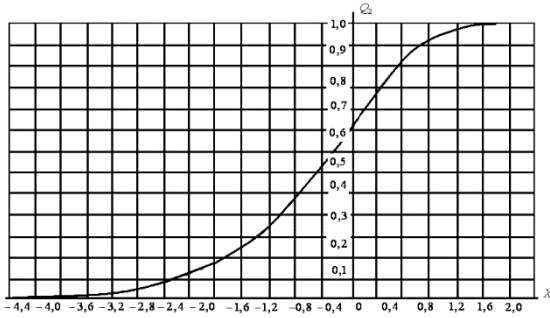


Figure 12. Distribution function  $Q_2(x) = P\{x_1^{(2)} < x\}$ ;  $m = -0.5321$ ;  $\sigma^2 = 1.0492$

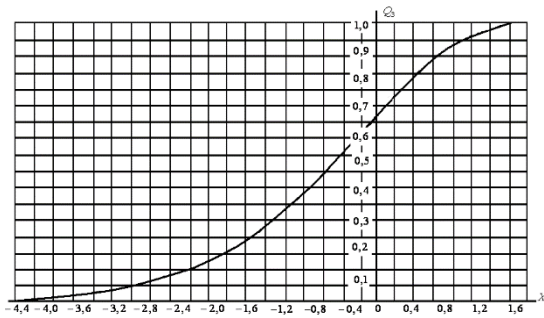


Figure 13. Distribution function  $Q_3(x) = P\{x_1^{(3)} < x\}$ ;  $m = -0.7330$ ;  $\sigma^2 = 1.1250$

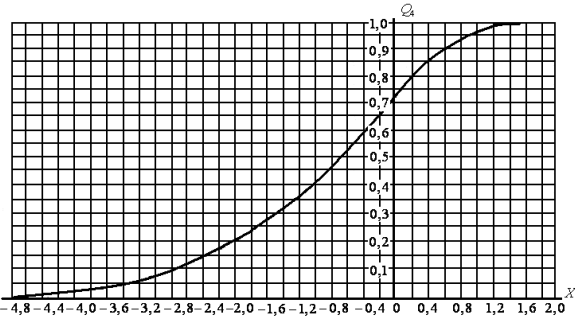


Figure 14. Distribution function  $Q_4(x) = P\{x_1^{(4)} < x\}$ ;  $m = -0.9445$ ;  $\sigma^2 = 1.1546$

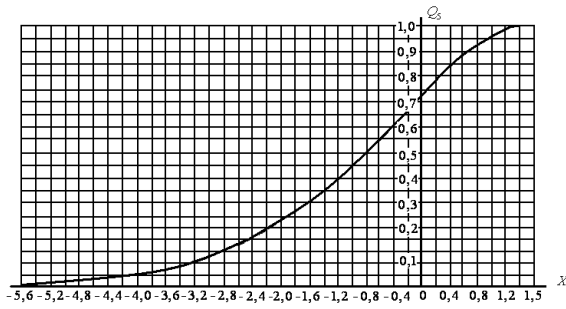


Figure 15. Distribution function  $Q_5(x) = P\{x_1^{(5)} < x\}$ ;  $m = -1.0692$ ;  $\sigma^2 = 2.1477$

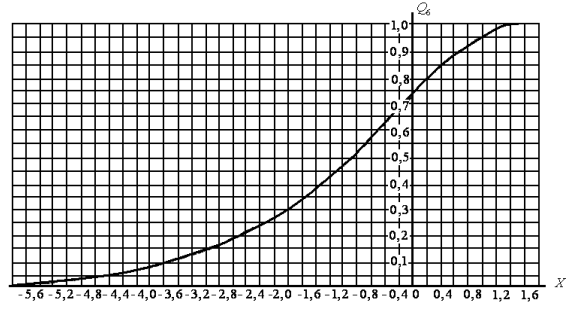


Figure 16. Distribution function  $Q_6(x) = P\{x_1^{(6)} < x\}$ ;  $m = -1.1950$ ;  $\sigma^2 = 2.5258$

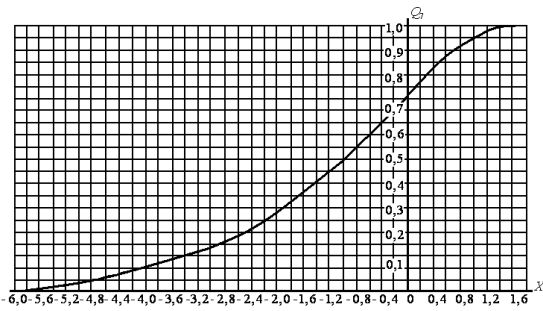


Figure 17. Distribution function  $Q_7(x) = P\{x_1^{(7)} < x\}$ ;  $m = -1.2977$ ;  $\sigma^2 = 2.9194$

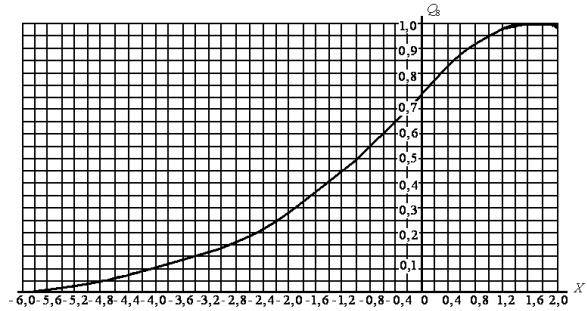


Figure 18. Distribution function  $Q_8(x) = P\{x_1^{(8)} < x\}$ ;  $m = -1.4451$ ;  $\sigma^2 = 3.2427$

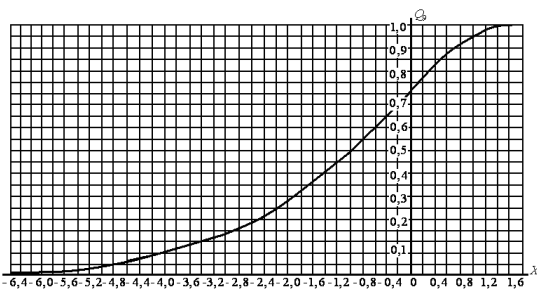


Figure 19. Distribution function  $Q_9(x) = P\{x_1^{(9)} < x\}$ ;  $m = -1.5573$ ;  $\sigma^2 = 3.6019$

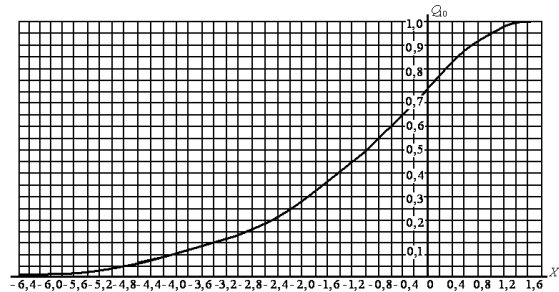


Figure 20. Distribution function  $Q_{10}(x) = P\{x_1^{(10)} < x\}$ ;  $m = -1.5703$ ;  $\sigma^2 = 4.0949$

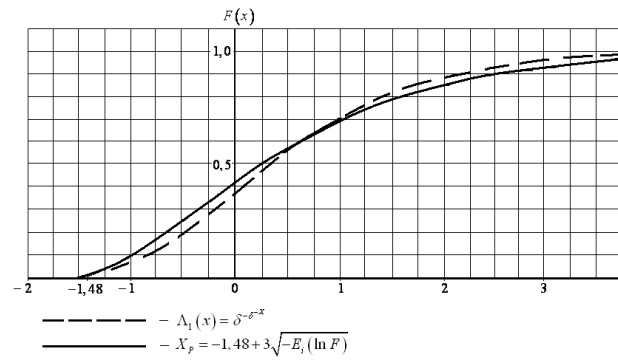


Figure 21. Distribution function  $F_\infty(x) * \Lambda_1(x)$ ;  $m = -1.5573$ ;  $\sigma^2 = 3.6019$

**Andrii V. Zakharov**, Postgraduate student, Department of Service Engineering and Materials Technology in Mechanical Engineering, O.I. Sidashenko State University of Biotechnology. Kharkiv, Ukraine. ORCID: 0000-0001-9894-7355

### **Influence of the composition of the flux, type and polarity of the current on the efficiency of electrochemical processes in the electroslag system**

*Abstract:* The article examines the peculiarities of the chemical composition of the fluxes used for electroslag surfacing, as well as the type and polarity of the current, which have a significant impact on the efficiency of electrolytic processes in the electroslag system. The purpose of the article is to research methods of obtaining high-quality metal with specified physical and mechanical properties and service characteristics. In the course of the conducted research, it was established that the considered variants of ESN are static by their electrochemical conditions and do not allow to actively influence the electrolysis processes, to regulate the intensity of recovery of elements from slag to metal. In addition, with DC electrolytic processes, as calculations show, a little more than 30% of the total melting current is consumed. Of these positions, the most flexible and economical is the electroslag process using alternating current with an additional application of a certain (if necessary, adjustable) amount of direct current to the slag bath. It was found that a further increase in the current density of the constant component increases [V] to 0.72% with further stabilization, which indicates the exhaustion of the possibilities of electrolytic reduction of vanadium under these conditions (ESH on a constant current of reverse polarity on this slag-electrolyte provides close values (0.8%) of the concentration of vanadium in the ingot). Thus, the obtained information indicates that the selection of the composition of the slag-electrolyte and the mode of electrolysis should be carried out taking into account the electrochemical parameters in the electroslag system. It has been proven that a rational choice of the composition of the electrolyte slag and the electrolysis mode, based on the knowledge of the electrochemical laws of the process, can ensure the effectiveness of this option in specific different methods of ESH. Experiments of electroslag surfacing according to this scheme showed that the residual content of the recoverable element depends on the anodic current density at the stage of the bath, and at a fixed value of  $i_k$  - on the composition of the flux. That is, two main parameters that determine the speed of electrochemical reactions are combined and act here. The main directions of conducting studies of the electroslag surfacing process to obtain high-quality surfacing metal with the necessary indicators of wear resistance have been determined. Further research should be aimed at determining the effectiveness of the use of modifying impurities of different chemical composition, which are introduced into the slag bath during the process of electroslag surfacing in order to obtain a surfacing metal with higher quality indicators.

*Keywords:* flux, electrochemical processes, surfacing parameters, electroslag surfacing technology, slag.



**Андрій Вадимович Захаров**, аспірант кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка, Державний біотехнологічний університет. Харків, Україна. ORCID: 0000-0001-9894-7355

### **Вплив складу флюсу, роду і полярності струму на ефективність електрохімічних процесів в електрошлаковій системі**

*Анотація:* У статті досліджуються особливості хімічного складу застосовуваних флюсів для електрошлакової наплавки, а також рід та полярність струму які мають значний вплив на ефективність електролітичних процесів в електрошлаковій системі. Метою статті є дослідження

методів отримання якісного металу, з заданими фізико-механічними властивостями та службовими характеристиками. У ході проведеного дослідження встановлено, що розглянуті варіанти ЕШН за своїми електрохімічними умовами статичні і не дозволяють активно впливати на електролізні процеси, регулювати інтенсивність відновлення елементів із шлаку в метал. До того ж при ЕШН на постійному струмі електролітичні процеси, як показують розрахунки, витрачається трохи більше 30% від загального струму плавки. З цих позицій найбільш гнучким і економічним є електрошлаковий процес на змінному струмі з додатковим накладенням на ванну шлаку певної (при необхідності регульованої) величини постійного струму. Виявлено, що подальше збільшення щільності струму постійної складової підвищує [V] до 0,72% при подальшій стабілізації, що свідчить про вичерпання можливостей електролітичного відновлення ванадію в цих умовах (ЕШН на постійному струмі зворотної полярності на цьому шлаку-електроліті забезпечує близькі значення (0,8%) концентрації ванадію в злитку). Таким чином, отримані відомості свідчать, що вибір складу шлаку-електроліту і режиму електролізу повинен здійснюватися з урахуванням електрохімічних параметрів в електрошлаковій системі. Доведено, що раціональний вибір складу шлаку електроліту та режиму електролізу, заснований на знанні електрохімічних закономірностей процесу, може забезпечити цьому варіанту ефективність у конкретних різних способах ЕШН. Експерименти електрошлакової наплавки за цією схемою показали, що залишковий вміст елемента, що відновлюється, залежить від анодної щільності струму на стадії ванни, а при фіксованому значенні  $i_k$  - від складу флюсу. Тобто тут поєднуються та діють два головні параметри, що визначають швидкість електрохімічних реакцій. Визначені основні напрями проведення досліджень процесу електрошлакової наплавки для отримання якісного наплавленого металу з необхідними показниками зносостійкості. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на визначення ефективності застосування модифікуючих домішок різного хімічного складу які вводять у шлакову ванну під час процесу електрошлакової наплавки для отримання наплавленого металу з більш високими якісними показниками.

*Ключові слова:* флюс, електрохімічні процеси, параметри наплавки, технологія електрошлакової наплавки, шлак.



## Вступ

Роль складу шлаку у формуванні хімічного складу металу при електрошлаковому процесі підкреслюють багато дослідників (*Аташ та ін., 1970; Патона, 1980; Суцук-Слюсаренко та ін., 1989; Ключев та Каблуковський, 1969*). При цьому основна увага приділяється його здібностям, що рафінують. У ряді робіт розглядаються електрохімічні властивості флюсових розплавів, аналізуються електрохімічні процеси та їх зв'язок з умовами перебігу окисно-відновних реакцій.

Проте всі ці дослідження є епізодичні роботи і не дозволяють повною мірою оцінити внесок електрохімічних процесів у формування хімічного складу електрошлакового металу. Тут слід зазначити дослідження уральської школи, в яких часом переконливо показано вплив електрохімічних закономірностей та їх ефективність у різних технологічних переплавних процесах, можливості модифікування та легування металу певними елементами, що забезпечують підвищення фізико-механічних та експлуатаційних якостей металу, що виплавляється.

Предметом дослідження є особливості хімічного складу застосовуваних флюсів для електрошлакової наплавки, а також рід та полярність струму які мають значний вплив на ефективність електролітичних процесів в електрошлаковій системі.

Об'єктом дослідження є методи отримання якісного металу, з заданими фізико-механічними властивостями та службовими характеристиками.

Метою статті є дослідження методів отримання якісного металу, з заданими фізико-механічними властивостями та службовими характеристиками.

Виходячи з мети дослідження були визначені наступні завдання:

- визначення особливостей протікання процесу електрошлакового наплавлення з використанням флюсу різного складу;
- визначення впливу роду і полярності струму на ефективність електрохімічних процесів;
- аналіз визначення раціонального вибору режимів наплавлення;
- отримання якісного наплавленого металу, з високими показниками зносостійкості.

В ході дослідження були використані матеріали вчених і дослідників в даній області, в тому числі, праці Ю.М. Кускова, Ю.В. Латаша, Б.І. Медовара та І.М. Рибалко.

### Опис дослідження

Достатньо чітко проявляються залежності складу металу від складу шлаку ще раз наголошують на необхідності систематичного вивчення обмінних реакцій при електрошлаковому процесі з метою подальшого вдосконалення варіантів електрошлакових технологій. Концентраційна залежність елементів у системі шлак-метал при електрошлаковому процесі нами розглянуто на прикладі поведінки ванадію, титану та магнію на тлі фторидних флюсів системи  $\text{CaF}_2 - \text{Me}_a\text{O}_b$  та  $\text{CaF}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Me}_a\text{O}_b$  (типіві флюси АНФ – ПІ та АНФ – б).

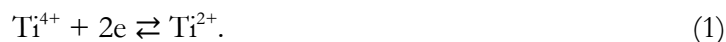
Процес вели постійному струмі зворотної полярності, де явища електролізу виявляються досить наочно. На рисунку 1 наведено залежності концентрації відновлюваного елемента [Me] в електрошлаковому металі від вмісту його оксиду в шлаку (*Рисунок 1*). Концентрація ванадію у злитку закономірно зростає із збільшенням добавки оксиду ванадію до флюсу АНФ – ПІ. Діапазон добавки  $\text{V}_2\text{O}_5$  до флюсу від 5 до 20 мас.% дає приріст концентрації ванадію в металі від 0,5 до 1,0%. Причому  $\Delta[V]$  зменшується зі збільшенням кількості оксиду, що додається ( $\Delta [V]5 - 10 = 0,28\%$ ,  $\Delta [V]10-15 = 0,16\%$ ,  $\Delta [V]15-20 = 0,06\%$ ). Виходячи з цього можна прийняти, що найбільш раціональна добавка  $\text{V}_2\text{O}_5$  до шлаку близько 10 мас.%. Очевидно, це пов'язано з тим, що  $\text{V}_2\text{O}_5$ , маючи електронно-діркову провідність (*Рибалко та Захаров, 2022*), знижує ступінь іонності шлаку-електроліту та його ефективність.

Аналогічний характер залежності [Me] від вмісту (MeO) у шлаку спостерігається при відновленні магнію з флюсу системи  $\text{CaF}_2 - \text{MgF}_2 - \text{MgO}$  (*Рисунок 1*). Кількісні значення [Me] відрізняються від попередніх на порядок (менший бік). Ця відмінність обумовлена електрохімічними властивостями елементів, що відновлюються. Слід також врахувати високу хімічну активність магнію та його обмежену розчинність у залізобуглецевому металі. Інший характер концентраційної залежності по титану.

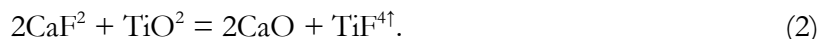
Постійність [Ti] у металі, причому порівняно низькому рівні, зі збільшенням вмісту в шлаку його оксиду обумовлено кількома причинами. По-перше, титан має великий засіб

до кисню, що забезпечує інтенсивне його анодне розчинення. Ця обставина посилюється наявністю високого окисного потенціалу в електрошлаковій системі.

Катодний процес у зв'язку з цим зводиться лише до перезарядки іонів титану на межі метал-шлак



По-друге, система  $\text{CaF}_2 - \text{TiO}_2$  має велику область розшарування [7], а рівновага реакції (2) зміщується вправо зі збільшенням температури та концентрації  $\text{TiO}_2$  у розплаві



Залежність ефективності переходу елементів із шлаку до металу від їх електрохімічних властивостей ілюструють дані таблиці 1, з якої випливає, що електронегативні елементи відновлюються в менших кількостях. Таблиця 1 являє собою електрохімічний ряд елементів у фоновому розплаві  $\text{CaF}^2$  (Таблиця 1).

Розмір додаткового постійного струму, % (Рисунок 1).

Елемент В, Ti, V, Mo, Ni, Nb, Cr. Концентрація в литку, мас.% 0,04, 0,039, 0,34, 0,40, 0,44, 0,65, 0,69. Відзначається і вплив фонового складу флюсу на ефективність переходу елементів із шлаку до металу. Наприклад, спостерігається помітна різниця у кількості відновленого ванадію в електрошлаковому металі (Рисунок 2) при використанні різних флюсових фонових систем. Найбільш ефективним є фоновий склад  $\text{CaF}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ , в якому спостерігалися і найвищі кінетичні показники електродного процесу при відновленні ванадію.

Особливе місце в ефективності електролітичних реакцій ЕПН займає рід і полярність струму, що визначають напрямок електродних реакцій на окремих стадіях електрошлакового процесу. Напрямок і характер обмінних процесів у разі ускладнюється складом шлаку.

Загальні закономірності впливу роду струму та полярності на відновлення елементів із шлаку в метал при ЕПН. Як і слід очікувати, найбільша залишкова кількість відновленого елемента в електрошлаковому металі спостерігається при веденні процесу на постійному струмі зворотної полярності, коли катодом є металева ванна.

Деяко менше значення  $[\text{Me}]$  при розплаві на постійному струмі прямої полярності, коли відновлення елементів відбувається в рідку півку на конусі електрода, що витрачається. Тобто анодне розчинення елементів, що відновлюються, на стадії ванни знижує загальну ефективність постійного струму прямої полярності. Зазначена закономірність спостерігається при відновленні різних елементів як для хімічно активних, з високими значеннями потенціалу розкладання  $E_p$  (Mg, V, Li), так і для елементів з низькими значеннями  $E_p$  (V, Nb, Mo, W), та обумовлена електролізними явищами в електрошлаковій системі. Зміна температури реакційної межі при зміні полярності не може вплинути на відновний процес, оскільки ця зміна не значна, а загальна температура процесу в умовах експерименту становила близько  $1870^\circ\text{K}$ , що істотно нижче необхідної ( $2100^\circ\text{K}$ ) для відновлення магнію вуглецем з оксидів або фторидів (Кусков та ін., 2001). Виняток становить титан, концентрація якого в металі не залежить від роду та полярності струму. Такі закономірності відзначаються та інші дослідниками (Кусков та ін., 2020; Жеребцов та Чернишов, 2016; Миронов та ін., 1977).

При застосуванні змінного струму електролізні процеси проявляються слабо та відновлювальні процеси, в основному, обумовлюються хімічними реакціями в системі метал-шлак. У розглянутих закономірностях відзначимо тенденцію до стабілізації  $\Delta[\text{Me}]$  при вмісті ( $\text{Me}_a\text{O}_b$ ) у шлаку понад 20%. Цей факт дозволяє намітити раціональні склади флюсу для електрохімічного легування металу в електрошлакових процесах.

Аналізуючи результати електрохімічного відновлення елементів з шлаку метал при електрошлаковому процесі, слід зазначити, що концентрація  $[\text{Me}]$  істотно залежить від технологічної схеми процесу (*Рисунок 1*). Наприклад, найбільш високі значення  $[\text{Me}]$  отримані при ЕШН за біфілярною схемою (шлак АНФ - ПП + 5, 10, 15 мас.%  $\text{V}_2\text{O}_5$ ), коли відновлення елементів відбувається в рідку півку металу на конусі електродів, що витрачаються. У цій схемі реалізується осадження елемента за найсприятливіших електрохімічних умов (високі густини катодного струму), зумовлених сутністю технологічної схеми процесу.

Анодне розчинення елемента на стадіях конуса (в анодні напівперіоди) і металевої ванни не отримує істотного розвитку через досить велику концентрацію в шлаку оксиду відновленого елемента.

Компенсуючими анодними процесами при цьому можуть бути:



Залишковий вміст відновленого ванадію в електрошлаковому металі в цьому випадку перевищує навіть  $[\text{V}]$ , що досягається при переплаві на постійному струмі, де електролізні процеси повинні отримати найповніший розвиток. Однак через те, що в біфілярній схемі відновлювальний процес здійснюється на площі, що перевищує в 2 рази таку при ЕШН на постійному струмі прямої полярності та загальмованості анодних процесів за участю ванадію, зрештою в електрошлаковому металі формуються високі залишкові вмісту ванадію (*Кусков та ін., 2015*).

### Результати роботи

Розглянуті варіанти ЕШН за своїми електрохімічними умовами статичні і не дозволяють активно впливати на електролізні процеси, регулювати інтенсивність відновлення елементів із шлаку в метал. До того ж при ЕШН на постійному струмі електролітичні процеси, як показують розрахунки, витрачається трохи більше 30% від загального струму плавки. З цих позицій найбільш гнучким і економічним є електрошлаковий процес на змінному струмі з додатковим накладенням на ванну шлаку певної (при необхідності регульованої) величини постійного струму.

Обґрунтований, раціональний вибір складу шлаку електроліту та режиму електролізу, заснований на знанні електрохімічних закономірностей процесу, може забезпечити цьому варіанту ефективність у конкретних різних способах ЕШН. Експерименти електрошлакової плавки за цією схемою (*Рисунок 1*) показали, що залишковий вміст елемента, що відновлюється, залежить від анодної щільності струму на стадії ванни, а при фіксованому значенні  $i_k$  - від складу флюсу. Тобто тут поєднуються та діють два головні параметри, що визначають швидкість електрохімічних реакцій.



Ефективність накладання складової постійного струму на електрошлакову ванну з метою відновлення будь-якого елемента зі шлаку в метал тим більше, чим значніша різниця в концентраціях  $[Me]$ , які можуть бути досягнуті при використанні тільки змінного або постійного струмів. І тут діапазон регулювання кількості відновленого елемента розширюється. Так, наприклад, при 5 мас.%  $V_2O_5$  на тлі  $CaF_2$  очікувати значного приросту  $\Delta[V]$  за рахунок накладання постійного струму не слід, оскільки різниця в концентраціях  $[V]$ , отриманих на постійному струмі зворотної полярності та змінному струмі, становить всього близько 0,1%.

Накладення постійної складової струму для інтенсифікації електролізних процесів у цьому випадку буде доцільним при вмісті в шлаку  $V_2O_5$  10 мас.% і більше. Для оцінки доцільності накладання постійного струму та ефективності цього процесу можна скористатися величиною відношення концентрацій відновленого елемента при ЕПН на постійному та змінному струмі

$$\frac{[Me]_{\text{пер}}}{[Me]_{\text{пост}}} = K_{\text{э}} \quad (4)$$

Наприклад, для ванадію і магнію цей показник при  $(Me_aO_b) = 20$  мас.% в шлаку становить відповідно 1,7 і 3,0, тобто при відновленні магнію накладання постійної складової має бути більш ефективним, хоча абсолютна концентрація  $[V]$  на порядок перевищує  $[Me]$ .

Тому при оцінці доцільності додаткового накладання постійного струму слід враховувати і ефект впливу елемента, що осаджується, на фізико-механічні та експлуатаційні властивості металу, що переплавляється. При вивченні впливу величини щільності складової постійного струму відновлення ванадію отримано залежність (Рисунок 3), яка, здавалося б, суперечить відомим положенням (флюс АНФ – 6 + 10 мас.%).

Однак, зіставляючи її з отриманими раніше поляризаційними кривими для розплаву цього складу, можна встановити досить чітку кореляцію експериментальних даних. Лінійність залежності  $[V] = f(i_k)$  на початковій ділянці обумовлена перебігом процесу перзарядки іонів ванадію



у цьому діапазоні  $i$  та  $\eta$ . Вищі значення  $i_{\eta}$  при електрошлаковому процесі, порівняно з  $i_{\eta}$  отриманими в електрохімічному осередку, обумовлено досить інтенсивним рухом взаємодіючих фаз.

## Висновки

Подальше збільшення щільності струму постійної складової підвищує  $[V]$  до 0,72% при подальшій стабілізації, що свідчить про вичерпання можливостей електролітичного відновлення ванадію в цих умовах (ЕПН на постійному струмі зворотної полярності на цьому шлаку-електроліті забезпечує близькі значення (0,8%) концентрації ванадію в злитку). Таким чином, отримані відомості свідчать, що вибір складу шлаку-електроліту і режиму електролізу повинен здійснюватися з урахуванням електрохімічних параметрів в електрошлаковій системі.



### Перелік літературних джерел:

- Жеребцов, С. М., Чернишов, Є. А. (2016). Особливості фізико-хімічних властивостей флюсів, що використовуються у технологіях електрошлакового переплаву. *Праці НДТУ, № 1* (112), с. 228-235. [Zherebtsov, S. N., & Chernyshov, E. A. (2016). Features of physical and chemical properties of fluxes used in electroslag remelting technologies. *NGTU Works, 1*(112), 228-235]
- Ключев, М. М., Каблуковський, О. Ф. (1969). *Металургія електрошлакового переплаву*. Київ: Металургія. [Klyuev, M. M., & Kablukovskyi, A. F. (1969). *Metallurgy of electroslag remelting*. Moscow: Metallurgy]
- Кусков, Ю. М. та ін. (2001). *Електрошлакова наплавка*. Москва: Наука та технології. [Kuskov, Yu. M. et al. (2001). *Electroslag surfacing*. Moscow: Science and Technologies]
- Кусков, Ю. М. та ін. (2015). *Електрошлакове наплавлення дискретними матеріалами, різні способи виготовлення*. ІЄЗ ім. Б.О. Патона, Зварювальне виробництво. [Kuskov, Yu. M. et al. (2001). *Electroslag surfacing*. Moscow: Science and Technologies]
- Кусков, Ю. М. та ін. (2020). *Електрошлакові технології наплавлення та рециклінгу металевих та металомісних відходів: монографія*. Київ: Інтерсервіс. [Kuskov, Yu. M. et al. (2020). *Electroslag technologies of surfacing and recycling of metal and metal-containing waste: Monograph*. Kyiv: Interservice]
- Латаш, Ю. В., Медовар, Б. І. (1970). *Електрошлаковий переплав*. Москва: Металургія. [Latash, Yu. V., & Medovar, B. I. (1970). *Electroslag smelting*. Moscow: Metallurgy]
- Миронов, Ю. М. та ін. (1977). Регулювання хімічного складу металу при ЕШП за допомогою постійної складової струму. *Тези доповідей. III Всесоюзна конференція із сучасних проблем електрометалургії сталі*, с. 78-79. [Mironov, Yu. M. et al. (1977). Regulation of the chemical composition of the metal in the case of electrical engineering with the help of a constant component of the current. *Theses of Reports. 3rd All-Union Conference on Modern Problems of Steel Electrometallurgy*, 78-79]
- Пастухов, О. О., Мусіхін, В. І., Ватолін, Н. О. (1984). *Електричні властивості нестехіометричних оксидних розплавів*. Свердловськ: УНЦ АН СРСР. [Pastukhov, E. A., Musikhin, V. I., & Vatolin, N. A. (1984). *Electrical properties of non-stoichiometric oxide melts*. Sverdlovsk: UNC Academy of Sciences of the USSR]
- Патон, Б. Є., Медовар, Б. І. (ред.) (1980). *Електрошлакове зварювання та наплавлення*. Москва: Машинобудування. [Paton, B. E., & Medovar, B. I. (Eds.). *Electroslag welding and surfacing*. Moscow: Mashinobuduvannya, 1980]
- Рибалко, І. М., Захаров, А. В. (2022). Фізико-хімічні властивості флюсів для електрошлакового наплавлення. *Наукові вісті Дніпровського університету, № 23*, с. 1-5. [Rybalko, I. M., & Zakharov, A. V. (2022). Physical and chemical properties of fluxes for electroslag surfacing. *Scientific News of Dnipro University, 23*, 1-5]
- Рибалко, І. М., Сайчук, О. В., Захаров, А. В. (2022). Фізико-хімічні властивості флюсів та їх технологічні параметри. *International Science Journal of Engineering & Agriculture, Vol. 1, No. 5*, pp. 70-76. <http://doi.org/10.46299/j.isjea.20220105.09> [Rybalko, I. M., Saichuk, O. V., & Zakharov, A. V. (2022). Physical and chemical properties of fluxes and their technological parameters. *International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1*(5), 70-76. <http://doi.org/10.46299/j.isjea.20220105.09>]



### Додаток

Таблиця 1. Відновлення елементів на тлі  $\text{CaF}_2$  при ЕШН (вміст  $\text{MeaOb}$  у шлаку 2 моль, %)

Елемент	V	Ti	V	Mo	Ni	Nb	Cr
Концентрація в злитку, мас.%	0,04	0,039	0,34	0,40	0,44	0,65	0,69

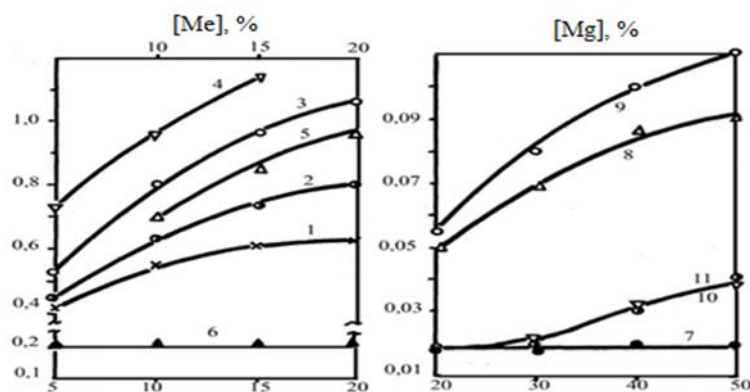


Рисунок 1. Концентрації відновлюваних елементів в електрошлаковому металі в залежності від складу флюсу, роду та полярності струму 1-5 – концентрація ванадію при веденні процесу на змінному, постійному струмі прямої та зворотної полярності, біфілярної схеми та при додатковому накладенні постійного струму; 6 – концентрація титану при веденні процесу на змінному та постійному струмі; 7-11 – концентрація магнію при веденні процесу на змінному, постійному струмі прямої та зворотної полярності, біфілярній схемі, моносхемі з додатковим накладенням 10% постійного струму.

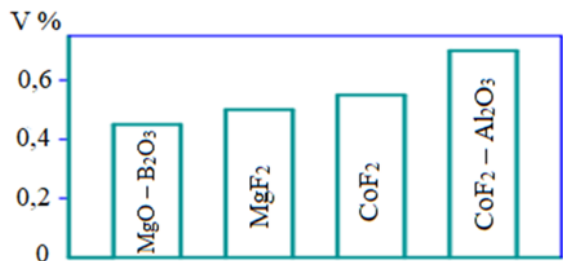


Рисунок 2. Вплив фонового складу флюсу на відновлення ванадію

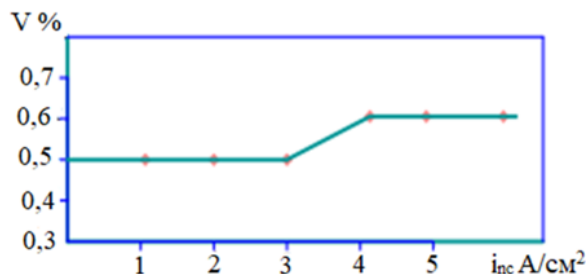


Рисунок 3. Залежність концентрації ванадію в електрошлаковому металі від величини щільності складової постійного струму

**Halyna M. Solovei**, Candidate of Historical Sciences (PhD), Head of Department, Department of Document Support and Preservation of Scientific Funds, National Scientific Agricultural Library of the National Academy of Sciences. Kyiv, Ukraine. ORCID: 0000-0003-3156-3829

### **Innovative technologies for preserving printed publications**

*Abstract:* The article presents the features of the implementation of innovative technologies for the preservation of the documentary heritage of the world's leading countries. The study object is digitization of library collections. The study subject is theoretical and organizational and methodological foundations for the implementation of digitization of documentary heritage. The study purpose is to study the experience of introducing innovative technologies for preserving the scientific collections of libraries in leading countries of the world with its harmonious adaptation to the needs of domestic libraries. It was found that international organizations, in particular UNESCO, actively support the digitization of library collections in order to preserve and ensure free access to them. It has been established that in foreign countries, the digitization of documentary heritage has a significant legal framework consisting of strategies, declarations, guidelines and recommendations. The accumulation of digital content is one of the main trends in modern culture and an objective condition for the development of global information civilization. The example of the National Scientific Agricultural Library of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine as a leading special institution of national importance shows the undeniable role of digitization processes in raising the efficiency of information and library provision of users' needs. The key issues related to the organization of the digitization of library collections have been identified.

*Keywords:* innovative technologies, digitization, library, digitization projects, document heritage.



**Галина Михайлівна Соловей**, кандидат історичних наук, завідувачка відділу документного забезпечення та збереження наукових фондів, Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН. Київ, Україна. ORCID: 0000-0003-3156-3829

### **Інноваційні технології для збереження друкованих видань**

*Анотація:* У статті представлено особливості впровадження інноваційних технологій для збереження документної спадщини провідних країн світу. Об'єкт дослідження – оцифрування бібліотечних фондів. Предмет дослідження – теоретичні та організаційно-методичні засади реалізації оцифрування документної спадщини. Метою дослідження є вивчення досвіду впровадження інноваційних технологій для збереження наукових фондів бібліотек провідних країн світу з його гармонійним адаптуванням для потреб вітчизняних книгозбірень. З'ясовано, що міжнародні організації, зокрема ЮНЕСКО, активно підтримують оцифрування бібліотечних фондів задля збереження та забезпечення вільного доступу до них. Встановлено, що в іноземних країнах оцифрування документної спадщини має значну нормативно-правову базу, яка складається зі стратегій, декларацій, керівництв та рекомендацій. Накопичення цифрового контенту є однією з основних тенденцій у культурі сучасності та об'єктивною умовою розвитку глобальної інформаційної цивілізації. На прикладі Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки Національної академії аграрних наук України як провідної спеціальної інституції загальнодержавного значення показана беззаперечна роль процесів оцифрування у піднесенні ефективності інформаційно-бібліотечного забезпечення потреб користувачів. Визначено ключові питання, пов'язані з організацією оцифрування бібліотечних фондів.

*Ключові слова:* інноваційні технології, оцифрування, бібліотека, проєкти оцифрування, документна спадщина.



## Вступ

*Актуальність теми дослідження.* Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій вказує на те, що в найближчому майбутньому трансформація бібліотек перебуватиме у тісному взаємозв'язку з цим процесом. Можливість вільного поширення знань у глобальному інформаційному просторі створює передумови для зміни концептуальної парадигми системи документальних комунікацій. Упродовж останніх десятиліть завдання збереження документної спадщини оцифруванням набуло актуальності у планетарному масштабі. Щоб не втратити ролі провідника у світі інформації, бібліотечні установи повинні, з одного боку, відповідати сучасним потребам суспільства, користувачів, а з іншого – виконувати свою родову функцію – меморіальну. Це надважливо для рідкісних і цінних видань.

Об'єкт дослідження – оцифрування бібліотечних фондів.

Предмет дослідження – теоретичні та організаційно-методичні засади реалізації оцифрування документної спадщини.

Метою дослідження є вивчення досвіду впровадження інноваційних технологій для збереження наукових фондів бібліотек провідних країн світу з його гармонійним адаптуванням для потреб вітчизняних книгозбірень.

Виходячи з поставленої мети дослідження, були розроблені наступні *завдання*:

- проаналізувати досвід закордонних бібліотек щодо оцифрування фондів та виявити сучасні світові тенденції збереження документної спадщини;
- опрацювати нормативне забезпечення процесів оцифрування бібліотечних фондів.

Методологія досліджень базується на сукупності загальнонаукових методів: аналізу та синтезу, узагальнення і систематизації. Для з'ясування еволюції інноваційно-комунікаційних стратегій у бібліотечній практиці застосовували історично-наукові методи.

У ході дослідження були використані ґрунтовні праці вчених, у яких розглядалися питання збереження бібліотечних фондів, сучасні інформаційні можливості бібліотек, створення цифрового контенту світової та вітчизняної книжкової спадщини. Насамперед, слід відмітити напрацювання В. Вергунова (*Вергунов, 2020*), І. Лобузін (*Лобузін, 2015; Лобузін, 2020*), Л. Приходько (*Приходько, 2019*), О. Рибачка (*Рибачок, 2016; Рибачок, 2017*), А. Ситнікової (*Ситнікова, 2021*), М. Шевченко (*Shevchenko, 2020; Szevczenko, 2021*) та ін. Вагоме джерело інформації представляли веб-сайти провідних книгозбірень.

Однак, незважаючи на певну кількість праць, присвячених вивченню інноваційних технологій збереження бібліотечних фондів зокрема, ця проблема потребує подальшої розвідки.

*Практичне значення результатів* дослідження полягає у можливості використання наведених матеріалів і висновків для написання наукових робіт, планування цифрових проєктів та програм, а також для підвищення кваліфікації бібліотечних фахівців.

### **Виклад основного матеріалу**

Сучасна бібліотека є унікальним явищем, що акумулює в себе як історичні традиції, так і впровадження новітніх технологій. Так, одним із пріоритетних напрямів діяльності бібліотечних установ країн світу та методом збереження бібліотечних фондів є оцифрування друкованих видань. Накопичення цифрового контенту є однією з основних тенденцій у культурі сучасності та об'єктивною умовою розвитку глобальної інформаційної цивілізації. Ще з 1980-х років за кордоном розпочалося розроблення необхідних нормативних документів, що регулюють процеси оцифрування – рекомендацій, методик, стандартів, керівництв. Вивчення досвіду оцифрування документів свідчить про важливе значення цифрових технологій для збереження світової спадщини.

Лідерство в розвитку інноваційних технологій належить бібліотекам США, які першими реалізували проєкти з оцифрування фондів та створення електронних бібліотек. Серед таких – електронна універсальна бібліотека «Проект Гутенберг» (Free ebooks – Project Gutenberg). У рамках цифрової ініціативи США була розроблена низка важливих стандартів таких, як PRISM (Preservation, Reliability, Interoperability, Security, Metadata) – збереження, надійність, сумісність, безпека, метадані; глобальний реєстр цифрових форматів (Global Digital Format Registry, GDFR) (*Лобузин, 2015*). Створенням стандартів та інших нормативно-методичних документів з оцифрування займалися Бібліотека Конгресу, Адміністрація національних архівів та документації (NARA), Смітсонівський інститут, а з 2007 року при уряді США – Федеральне агентство з розвитку цифрових ініціатив, метою діяльності якого є вироблення єдиних підходів і методів оцифрування всієї суспільно значимої інформації в країні та ін. Беззаперечно, визнаним лідером та методологічним світовим центром формування електронних ресурсів є Бібліотека Конгресу США. Її робочою групою за сприяння багатьох установ-партнерів із різних країн, підтримки Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО) та фінансової підтримки з боку цілої низки компаній і приватних фондів розроблено проєкт «Світова цифрова бібліотека» (World Digital Library, WDL) сімома мовами (англійська, арабська, іспанська, китайська, португальська, російська та французька) (*Рибачок, 2016*). Доступ для світової спільноти було відкрито у 2009 р. Ця бібліотека представляє найкращі зразки унікальної культурної спадщини різних країн світу, що становлять загальнолюдську цінність. Діяльність та функціонування WDL регулюється затвердженням у 2010 р. статутом. Організовано Комітети з питань: відбору документів, технічної архітектури та перекладів/іноземних мов (*World Digital Library, n.d.*).

Найбільшим національним інформаційним центром Канади є федеральний державний департамент «Бібліотека та Архів Канади» (БАК) (Library and Archives Canada), відповідальний за збір і збереження документної спадщини. Для розширення інформаційно-комунікаційних послуг БАК уклав договір з компанією Ancestry, яка оцифрувала близько 1 % усіх колекцій БАКу, що становить 25 млн сторінок найбільш

популярних і старовинних матеріалів, які тепер репрезентовано на сайті установи. Доступ до онлайн-фондів забезпечують програми AMICUS і Archivichet.

Національною бібліотекою Канади підтримується проєкт Надійного цифрового репозиторію (Trusted Digital Repository), в основі якого система стандартів для представлення цифрових об'єктів та їх метаданих, єдина для всіх цифрових ресурсів. Підсумком проведених цифрових досліджень у Канаді стала Цифрова інформаційна стратегія Канади (Canadian Digital Information Strategy). В межах Стратегії було розроблено також настанови з використання форматів файлів для довготривалого збереження та доступу (*Лобузин, 2015*).

У 2006 році національним комітетом зі стандартизації Австралії і Нової Зеландії був розроблений та введений у дію національний «Стандарт оцифрування S6», в якому визначено повноваження Головних архівістів Великобританії та союзних держав (Нова Зеландія, Австралія і Канада) щодо опрацювання стандартів для управління архівними документами. Призначений для використання при плануванні та здійсненні проєктів оцифрування документів, і визнаний світовою спільнотою найбільш вдалим із точки зору опису процесу створення електронних копій та визначення тих позицій, для яких потрібно розробляти самостійні технічні вимоги та умови. (*Майстренко і Романовський, 2018, с. 65*). На основі «Стандарту...» в 2010 році опубліковано Технічний звіт ISO/TR 13028-2010 «Інформація та документація – Керівництво з організації оцифрування документів», який містить рекомендації щодо створення та збереження документів у виключно електронному вигляді.

Визначальні принципи створення цифрових ресурсів Британської бібліотеки ґрунтуються на засадах технологічної якості цифрових матеріалів та метаданих, міжнародних стандартах, стратегіях цифрового збереження та надання широкого доступу до оцифрованих матеріалів. З'ясовано, що Британська бібліотека (<http://www.bl.uk/>) та Національний архів є лідерами в питаннях нормативного регулювання проєктів оцифрування у Великобританії. Національний центр збереження Британської бібліотеки ще у 2001 р. опублікував «Керівництво з оцифрування бібліотечних, архівних та музейних матеріалів», в якому окреслено управління процесом оцифрування. Незважаючи на те, що «Керівництво...» не охоплює технічні деталі процесу оцифрування, воно не втратило своєї актуальності й досі. Також Британська бібліотека використовує «Технічне керівництво...» FADGI та рекомендації з оцифрування, розроблені Ватиканською апостольською бібліотекою і Бодліанською бібліотекою Оксфордського університету. У 2011 році Національний архів Великобританії опублікував документ під назвою «Політика цифрового збереження: керівництво для архівів», в якому рекомендує профільним організаціям самостійно визначитися з технічними стандартами, які використовують для оцифрування.

Головною національною цифровою ініціативою у Франції є інформаційний ресурс «Gallica», створений під егідою Національної бібліотеки Франції (Bibliothèque nationale de France, BnF). «Gallica» стала платформою для партнерів, яку використовують задля просування та поширення власних оцифрованих документів. Оцифрування колекцій почалось у 1992 році і включає матеріали з Національної бібліотеки Франції та пов'язані з ними колекції інших бібліотек (*Shcherbenko, 2020*). У січні 2015 року Національна

бібліотека Франції, музей історії Канади і Національний архів та бібліотека канадської провінції Квебек опублікували «Звід правил оцифрування», який є результатом гармонізації регламентів трьох установ. Звід відображає передовий досвід із питань сканування документів, що відносяться до культурно-історичної спадщини. Документ можна розділити на 3 групи:

- 1) технічні вимоги (формат, дозвіл, параметри передачі кольору та ін.), що не залежать від типу об'єкту сканування документа;
- 2) правила виконання робіт, що торкаються таких питань, як робоче середовище, сплоснення, кадрування, вирівнювання, фон і задній план тощо;
- 3) приклади.

Розвиток цифрової діяльності Національної бібліотеки Франції в першому десятилітті XXI століття супроводжувався величезними змінами у масштабі. З масовим оцифруванням кількість оцифрованих документів зростає в десять разів між 2007 і 2015 роками (*ВнФ ...*, 2020).

Цифрова бібліотека Німеччини (Deutsche Digitale Bibliothek, DDB) є основним проектом у напрямі оцифрування історико-культурної спадщини. У межах реалізованого з 2003 року німецького проекту NESTOR (Мережа обміну досвідом у галузі забезпечення довготривалого зберігання цифрових ресурсів), що є спільним планом бібліотек, архівів і музеїв Німеччини, а також провідних фахівців, опубліковано англійською мовою «Рекомендації щодо організації довготривалого збереження цифрових матеріалів». Мета цього документа – сприяти бібліотекам, архівам та музеям у проведенні більш ефективної політики в галузі безпеки електронних матеріалів, вдосконалення роботи у сфері доступу до цифрових джерел, що є базою пам'яті і знань.

У 2015 році Японська асоціація зі стандартів (JSA) представила стандарт JISZ6017:2013 «Управління документами – довготривале збереження електронних документів». У галузевому стандарті докладно охарактеризовано технічні засоби та системи носіїв інформації, технічні засоби для зручного зчитування, процеси міграції носіїв, розміщення документів тощо з метою оцифрування видань із паперовими носіями або мікрофільмів, а також для забезпечення довготермінового зберігання електронних копій.

Організаційна діяльність у країнах Європейського Союзу довкола проблем цифрової спадщини на початку XXI ст. ставала все більш конкретною і чіткою, набувала рис стратегічного планування з визначеними базовими принципами, пріоритетами, взаємозв'язаними завданнями, послідовними заходами та інструментами їх реалізації.

З 2008 року розпочалася реалізація загальноєвропейського інтеграційного проекту цифрової бібліотеки «Europeana», мета якого – забезпечити доступ до відсканованих сторінок книг і архівних документів, що відображають різні аспекти європейської культури (*Лобузіт, 2020*). На момент старту проекту було оцифровано 2 млн. різних архівних джерел та об'єктів культурної спадщини Європи. До кінця 2015 року – 15 млн. Основне завдання цифрової бібліотеки – організація максимально широкого доступу до цифрової спадщини. На сьогодні проект має певні результати, зокрема підготовлено посібники: «Керівництво із стратегії забезпечення довготривалого збереження електронних репродукцій та їх метаданих» (2012) та «Передовий досвід створення



інфраструктури зберігання електронних даних для забезпечення довготривалого збереження електронних файлів» (2013). Так, в останньому посібнику надано огляд різних систем та типів носіїв інформації, які можуть бути використані для створення кращої інфраструктури зберігання електронних даних, зазначено властивості для кожного типу носіїв/систем, а також переваги та ризики в плані довготривалого зберігання.

У рамках програми eContentplus реалізується європейський проєкт ATHENA (Access to cultural heritage networks) з розширення контенту європейської цифрової бібліотеки «Europeana» об'єднанням інформаційних ресурсів музеїв, бібліотек та архівів (*Приходько, 2019, с. 88*). Проєкт пропонував державам-членам переглянути національне законодавство для того, щоб його норми врешті допустили можливості багатократного копіювання і міграцію цифрових матеріалів; розвивати співробітництво, обмінюватися досвідом і технологіями, погоджувати стандарти, підтримувати постійні консультації та здійснювати моніторинг ситуації на локальному і міждержавному рівнях.

Розвиток інформаційного суспільства та збереження цифрової спадщини був і є одним із пріоритетних напрямів діяльності ЮНЕСКО. Хартія ЮНЕСКО про збереження цифрової спадщини (*Charter ..., 2022*) визнає, що інформація та продукти творчого самовираження у великій кількості створюються, поширюються, передаються у доступ та зберігаються у цифровому форматі, уособлюючи нову спадщину – цифрову, яку необхідно зберігати. Одним із напрямів цієї програми є проєкт «Пам'ять світу в цифрову епоху: оцифрування та збереження» (*Memory of the World, 2017*), який спрямований на створення електронних копій архівних, музейних і бібліотечних фондів, накопичення досвіду формування національних цифрових ресурсів документальної спадщини, розвиток нового напрямку в світовій історіографії – «Digital History». У 2013 році ЮНЕСКО спільно з Міжнародною радою архівів та іншими організаціями створили проєкт PERSIST – платформу для зміцнення стабільності інформаційного суспільства в глобальному масштабі (*Приходько, 2019; Рибачок, 2017*). Цей ґрунтовний на сьогодні документ є певним керівництвом для визначення програми дій у галузі цифрової спадщини. Вона розглядає цифрові технології та їхні можливості, задекларувала основні принципи цифрових бібліотек (*Рибачок, 2017*). Під час проведення конференції була започаткована ідея створення постійно діючої групи проєкту PERSIST під егідою ЮНЕСКО, IFLA, ICA та інших партнерів.

У червні 2006 р. Міністерство культури і національної спадщини (Minister of Culture and National Heritage) Польщі заснувало Комітет з оцифрування (Committee for Digitization), мета якого об'єднати зусилля спеціалістів у створенні цифрових ресурсів. Так, завдяки сучасним технологіям у Бібліотеці Університету Яна Кохановського в Кельце зберігається, охороняється, а також оцифровується і репрезентується книжкова культурна спадщина Польщі. Упродовж останніх років робота здійснюється над захистом, опрацюванням та оцифруванням найцінніших колекцій, які зберігаються у бібліотеці. До них належать: колекція друкованих праць XIX століття, а також надзвичайно цінні матеріали – родинні пам'ятки, які ніколи не опрацьовувалися, і, відповідно, не були доступні для дослідників. Від 2007 року польські архіви беруть участь у виконанні низки масштабних міжнародних проєктів з оцифрування.

Отже, на підставі проведення аналізу різних проєктів з оцифрування, можна зробити висновки, що найважливішим напрямом діяльності бібліотечних установ є впровадження нових інформаційно-комунікаційних технологій у формування цифрового контенту, а також проведення аналізу нормативно-методичних документів, що регламентують весь комплекс робіт з оцифрування. Для створення якісних цифрових копій та подальшої їх інтеграції у міжнародні цифрові проєкти важливим є дотримання технічних та технологічних стандартів.

На сьогоднішній день у діяльності провідних бібліотек світу важливе місце відводиться збереженню і популяризації фондів створенням цифрових копій. Перетворення паперової інформації у цифрову – тривалий процес, пов'язаний із вкладенням значних коштів, однак він активно розгортається в зарубіжних країнах, оскільки цифрова копія документу – це високоякісна заміна оригіналу, яка забезпечує швидкий доступ до потрібного видання через Інтернет. У своїй роботі бібліотеки представляють читачеві багатомільйонні колекції документів, зокрема стародруків, на електронних носіях.

Не залишилися осторонь і бібліотеки України, які здійснюють низку заходів у сфері оцифрування документів. Електронні колекції стосуються різних напрямів і тематик (*Сметченко, 2021*). З кожним роком сканується усе більше документів. 23 березня 2016 року Кабінет Міністрів України схвалив Стратегію розвитку бібліотечної справи на період до 2025 року «Якісні зміни бібліотек для забезпечення сталого розвитку України» (*Про схвалення Стратегії..., 2016*). Серед планів дій Стратегії є реалізація проєкту єдиного універсального веб-порталу інформаційних ресурсів бібліотек і приєднання зведеного електронного каталогу бібліотек України та електронних каталогів окремих бібліотек до світового зведеного каталогу бібліотечних ресурсів (WorldCat).

З розвитком інноваційних цифрових технологій бібліотеки змушені виходити за рамки «статутної діяльності», трансформуючись у відкритий кожному, безмежний інформаційний світ, який створює значно ширші можливості для книгозбірень щодо задоволення потреб користувачів. Діджиталізація дає змогу:

- акумулювати в єдине ціле всі види документів та інтегрувати їх у світовий простір;
- діяти в планетарному масштабі – отримувати інформацію і надавати її незалежно від географічно-часових меж;
- оперувати величезними масивами інформації;
- співпрацювати в інтерактивному режимі з необмеженим колом бібліотек-партнерів і користувачів (*Вергунов, 2020, с. 10*).

Як показує зарубіжний досвід, виконання науковими бібліотеками суспільно важливих задач у сфері оцифрування документів є необхідним, оскільки є потреба зберігати оригінальні документи. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук України (ННСГБ НААН) як провідна спеціальна інституція загальнодержавного значення, національний галузевий депозитарій сільськогосподарської та лісотехнічної літератури, науково-дослідницький та методичний центр сільськогосподарської галузі прагне розвивати свою діяльність згідно з запитами сучасності. Справжнім скарбом і гордістю бібліотеки є зібрання стародруків та рідкісних книг XIX століття, старовинна спеціалізована література тощо.

Для того, щоб забезпечити збереження цінних видань для майбутніх поколінь, підвищити ефективність їх використання в ННСГБ НААН створено Лабораторію оцифрування (2014), що пропонує рішення цифрового відтворення друкованих матеріалів створенням електронного фонду копій. Це стало важливим кроком відповідно до світових тенденцій зі збереження бібліотечних фондів. З віднесенням фондів до національного надбання (*Про віднесення...*, 2009) в ННСГБ НААН почала запроваджуватися робота з оцифрування документів.

Проект з оцифрування здійснюється згідно спеціально розробленого «Регламенту процесу оцифрування друкованих документів ННСГБ НААН» (2016). Для створення електронного контенту з фондів бібліотеки визначено порядок, умови та критерії, обумовлені певними межами, зокрема, хронологічними, соціально-ціннісними, кількісними, співпраці. Процесу оцифрування документів передують своєчасна експертна оцінка стану рідкісних і цінних видань, їх облік, наявність контрольного листка руху кожного оригіналу тощо.

За час роботи Лабораторії оцифровано близько 50% примірників з «Фонду видань ХІХ ст. з сільськогосподарської тематики ННСГБ НААН». Вже відскановано понад 170 книг і 998 примірників журналів загальним обсягом 87825 сторінок. У системі ІРБІС створено базу даних для обліку оцифрованих видань, розроблено сторінку «Технологія оцифрування», запущено тестовий веб-інтерфейс віддаленого доступу до бази DGT (*Вергунов, 2020*). Зокрема, електронний контент представлений енциклопедичними виданнями ХІХ століття, працями В.В. Докучаєва, П.А. Костичева, А.Є. Зайкевича, К.К. Вебера, А.І. Ходнева, А.Ф. Фортунатова, Р.І. Шредера та інших. Серед іноземних є публікації J.N. Thünen, R. Castel, M. Oczarowski, G.D. Ehret, J. Rissema Bos, K. Koch і ін.

Повні тексти документів відображені в електронному каталозі ННСГБ НААН. Формати представлення документів в електронному фонді збігаються з основними елементами метаданих документів у бібліотечно-бібліографічних базах даних, що створить умови для повторного використання вже опрацьованих описів документів для впорядкування цифрового ресурсу.

Підсумовуючи варто відмітити, що діяльність ННСГБ НААН бібліотеки у нинішніх умовах – це постійний пошук і впровадження нових інноваційних технологій, що значною мірою сприяють інтеграції бібліотеки у світовий інформаційний простір, а також забезпечують користувачам вільний доступ до національних науково-інформаційних ресурсів.

## Обговорення

Загалом автор не претендує на повне розкриття зазначеної теми, наголошуючи, що кожен з розглянутих аспектів може бути предметом дискусії й подальшого ґрунтовного дослідження, з'ясування й уточнення окремих фактів. Зокрема, це стосується питання міжбібліотечного співробітництва у межах України та з іноземними бібліотечними установами. Особливу увагу варто приділити встановленню причин і чинників, які негативно впливають на ефективність реалізації оцифрування як технології збереження та репрезентації рідкісних і цінних видань. Крім того, предметом окремого

дослідження може бути проблема аналізу статистичних даних з оцифрування документної спадщини у розрізі бібліотек і країн в цілому.

### Висновок

Таким чином, у результаті проведеного дослідження підтверджено, що на сьогодні оцифрування та формування цифрового контенту є загальносвітовим трендом діяльності бібліотек як провідників в інформаційному забезпеченні науки, освіти, економіки, політики, культури та інших сфер життя суспільства.

З'ясовано, що розроблення та формування цифрових проєктів національного рівня забезпечується прийняттям комплексу заходів за участі різних установ. Ідеї створення масштабних проєктів оцифрування висувують національні бібліотеки, які й виконують функцію координатора. Слід зазначити, що світова спільнота давно усвідомила важливість і необхідність співпраці бібліотек, зокрема у сфері оцифрування та доступу до документації. Результатом інтеграції цифрових ресурсів книгозбірень є консолідовані портали, які забезпечують зручний пошук і доступ до матеріалів у цифровому форматі з єдиної точки.

Встановлено, що в зарубіжних країнах оцифрування документної спадщини має значну нормативно-правову базу, яка складається зі стратегій, декларацій та рекомендацій. Реалізація національних стратегій і програм супроводжується належною державною підтримкою, фінансуванням і законодавчим регулюванням.

В Україні оцифрування документної спадщини є підґрунтям для формування єдиної національної цифрової бібліотеки та інтеграції у світовий цифровий простір.



### Список джерел інформації:

- Вергунов, В. (2020). Оцифрування бібліотечного фонду Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки НААН України – пріоритетний напрям його збереження та репрезентації. *Бібліотечний вісник*, 1, 9-13.
- Лобузін, І. (2015). Міжнародні та національні цифрові бібліотечні проєкти: технологічні вимоги і стандарти. *Бібліотека. Наука. Комунікація: міжнар. наук. конф.* 6 жовтня 2015 р. <http://conference.nbuv.gov.ua/report/view/id/651>
- Лобузін, І. (2020). Модель даних Європеани: перспективні підходи для цифрових гуманітарних проєктів. *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*, 1, 88-97.
- Майстренко, А., Романовський, Р. (2018). Оцифрування архівних документів у зарубіжних країнах: інформаційно-аналітичний огляд. *Архіви України*, 1(312), 64-87. <https://doi.org/10.47315/archives2020.312.064>
- Приходько, Л. Ф. (2019). Збереження цифрової культурної спадщини – імператив XXI століття (за документами ЮНЕСКО і Європейського Союзу). *Архіви України*, 2(319). С. 67-92. DOI: <https://doi.org/10.47315/archives2019.319.067>
- Про віднесення наукових об'єктів до таких, що становлять національне надбання (2009). Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 верес. 2009 р. №1038-р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1038-2009-%D1%80#Text>

- Про наукові об'єкти, що становлять національне надбання : Постанова Кабінету Міністрів України від 10 листоп. 2021 р. № 1206. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-2021-%D0%BF#Text>
- Про схвалення Стратегії розвитку бібліотечної справи на період до 2025 року «Якісні зміни бібліотек для забезпечення сталого розвитку України». (2016). Розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 берез. 2016 р. № 219-р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/219-2016-%D1%80>
- Рибачок, О. М. (2016). Стратегія Бібліотеки Конгресу США в галузі створення Національної цифрової бібліотеки у 1995-2015 роках. *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*, 4, 44-50.
- Рибачок, О. М. (2017). Діяльність ЮНЕСКО в галузі розвитку міжнародних проєктів цифрової документальної спадщини. *Гілея: науковий вісник*, 126, 136-141. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/gileya\\_2017\\_126\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/gileya_2017_126_34)
- Ситнікова, А. (2021). Бібліотеки світу: історія створення та сучасні інформаційні можливості (на прикладі Франції та Німеччини). *Історія науки і біографістика*, 2. <https://inb.dnsgb.com.ua/2021-2/14.pdf>
- BnF: direction des services et des réseaux, délégation à la Communication, March 2016. 120 p. (July 18, 2020). Digital roadmap [https://www.bnf.fr/sites/default/files/2020-06/bnf\\_digital\\_roadmap\\_.pdf](https://www.bnf.fr/sites/default/files/2020-06/bnf_digital_roadmap_.pdf)
- Charter on the Preservation of Digital Heritage. 15 October 2003. (June 23, 2022). UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229034>
- Memory of the World. (July 29, 2017). UNESCO. <https://en.unesco.org/programme/mow>
- Shevchenko, M. O. (2020). European Union experience in digitizing historical and cultural heritage: ways of implementation in Ukraine. *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences*, VIII (38), 230, 71-75. <https://doi.org/10.31174/SEND-HS2020-230VIII38-17>
- Szewczenko, M. (2021). Projekty digitalizacji zbiorów bibliotek na Ukrainie. *Zarządzanie Biblioteką*, 1(13), 149-160. <https://czasopisma.bg.ug.edu.pl/index.php/ZB/article/view/6778>
- World Digital Library. (n.d.). <https://www.wdl.org/>

**Oleksandr S. Bunke**, PhD in Technical Science, Associate Professor, Department of Automation of Heat and Power Processes, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”. Kyiv, Ukraine.

### **Methods of applying neural network algorithms in forecasting of energy consumption level at systems of automated electricity distribution**

*Abstract:* An analysis of modern methods of automated control of the level of electricity consumption at the level of households, industrial facilities, as well as critical infrastructure facilities, based on software algorithms and neural network architectures, was carried out. The exponential growth of the demand for electricity on a global scale and the globalization of the infrastructure of electricity networks indicate the urgency of the task of accurately forecasting the level of consumption, on the basis of which the optimal scheme for distributing electricity to consumers can be determined in real time. It is noted that when organizing a complex methodology for forecasting the level of electricity consumption and automated control of electricity distribution, it is necessary to establish statistical indicators that make it possible to estimate the volume of the input data array processed by the system, limitations on the calculation resource of the hardware and software complex of the platform, and requirements for the accuracy of machine analysis in accordance with financial risks and the probability of emergency situations. The high efficiency of the application of neural network infrastructures in the construction of systems of machine analysis, forecasting and automated control of the power grid infrastructure is shown. Such approaches to the organization of neural network architecture as a recurrent neural network, models based on long short-term memory and recurrent valve nodes, as well as time series models based on defined autoregressive integrated moving averages, according to which algorithms characterized by high accuracy of forecasting in real time under the conditions of minimal load on the computing resource. The importance of the preparation of the training selection and appropriate setting of neural network algorithms for the distribution of input data in accordance with the seasonal characteristics of electricity consumption is shown. The task of organizing, tuning and further optimizing the neural network algorithm was thus carried out according to the extrema of the objective functions, which were based on the statistical indicators of the prediction accuracy (mean absolute percentage error, root mean square error and mean absolute error) that were obtained from the results of the studies that were cited in open scientific publications.

*Keywords:* electricity consumption level, automated forecasting systems, neural network algorithms, statistical accuracy indicators, recurrent neural networks, long short-term memory models, gated recurrent units.



**Олександр Сергійович Бунке**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації теплоенергетичних процесів, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”. Київ, Україна.

### **Методи застосування нейромережових алгоритмів при прогнозуванні рівня енергоспоживання у системах автоматизованого розподілу електроенергії**

*Анотація:* Проведено аналіз сучасних методів автоматизованого контролю споживання електроенергії на рівні домашніх господарств, промислових об'єктів, а також об'єктів критичної інфраструктури, що базуються на програмних алгоритмах та нейромережових архітектурах.

Експоненційний ріст попиту на електроенергію у світовому масштабі та глобалізація інфраструктури електромереж вказує на актуальність задачі точного прогнозування рівня споживання на основі якого може бути у реальному часі визначена оптимальна схема розподілу електроенергії споживачам. Зазначено, що при організації комплексної методики прогнозування рівня електроспоживання та автоматизованого контролю розподілу електроенергії необхідно визначити статистичні показники, що надають можливість оцінити об'єм масиву вхідних даних, які обробляються системою, обмеження на обчислювальний ресурс апаратно-програмної платформи комплексу та вимоги до точності машинного аналізу відповідно до фінансових ризиків та вірогідності виникнення аварійних ситуацій. Показано високу ефективність застосування нейромережових архітектур при побудові системи машинного аналізу, прогнозування та автоматизованого контролю інфраструктури електромережі. Зокрема було розглянуто такі підходи організації нейромережової архітектури як рекурентна нейромережа, моделі на основі довгої короткочасної пам'яті і рекурентних вентильних вузлів, а також моделі часових рядів, що базуються на визначенні авторегресійного інтегрованого ковзного середнього, відповідно до яких можна побудувати алгоритми, що характеризуються високою точністю прогнозування у режимі реального часу за умов мінімального навантаження на обчислювальний ресурс. Показано важливість при підготовці навчальної вибірки та відповідного налаштування нейромережових алгоритмів поділення вхідних даних у відповідності до сезонних особливостей електроспоживання. Задача організації, налаштування та подальшої оптимізації нейромережового алгоритму, таким чином, була проведена відповідно до екстремумів цільових функцій, що базувались на статистичних показниках точності прогнозування (середня абсолютна процентна похибка, середньоквадратична похибка і середня абсолютна похибка), що були отримані на основі результатів досліджень, наведених у відкритих наукових публікаціях.

*Ключові слова:* рівень споживання електроенергії, системи автоматизованого прогнозування, нейромережові алгоритми, статистичні показники точності, рекурентні нейромережі, моделі на основі довгої короткочасної пам'яті, рекурентні вентильні вузли.



## Вступ

Постійний ріст попиту на електроенергію, масштабування інфраструктури електромереж та впровадження автоматизованих систем контролю і розподілу електроенергії, що оперують надзвичайно великою кількістю споживачів призвів до зростання *актуальності* алгоритмів прогнозування рівня електроспоживання, яке проводиться у реальному часі. При цьому важливо зазначити, що помилки у прогнозуванні та, відповідно, неефективний розподіл електроенергії характеризується значними фінансовими ризиками на ринку електропостачання та збільшенням вірогідності виникнення аварійних ситуацій на об'єктах критичної інфраструктури. Водночас, задача прогнозування рівня електроспоживання не може бути однозначно формалізована на рівні математичної моделі, а тому у зазначеній області активно використовуються нейромережові алгоритми, навчання яких відбувається на великих навчальних вибірках, що формуються відповідно до актуальних даних суб'єктів надання енергетичних послуг, на рівні приватних та державних комунальних підприємств (*Zheng et al., 2022; Jiang et al., 2020; Gordon, 2016; Bašta & Helman, 2013; Paulu et al., 2022*).

*Аналіз результатів наукових досліджень* представлених у профільних виданнях присвячених результатам застосування нейромережових алгоритмів при прогнозуванні

рівня енергоспоживання вказав на продуктивність впровадження у системі машинного аналізу архітектури рекурентної нейромережі (RNN: Recurrent Neural Network) та моделей, побудованих на її основі (*Amalou et al., 2022; Shabee et al., 2022; Zafri Wan Yabaya et al., 2020; Yuniarti et al., 2019*). Відкриті статистичні дані були представлені для країн Східної та Центральної Європи, що надало можливість отримати усередненні показники точності машинного аналізу відповідно до горизонту прогнозування та опалювального сезону (*Paulu et al., 2022; Siemiński et al., 2021; Sobocińska, 2022; Stošović et al., 2022*). При цьому аналіз був проведений як для нейромережевої архітектури RNN, так і для її моделей на основі довгої короткочасної пам'яті (LSTM: Long Short-Term Memory), рекурентних вентильних вузлів (GRU: Gated Recurrent Units) та моделей часових рядів, статистичні методики аналізу яких базуються на визначенні авторегресійного інтегрованого ковзного середнього (ARIMA: Auto-Regressive Integrated Moving Average), які надають можливість суттєво збільшити продуктивність роботи загального комплексу машинного аналізу відповідно показників точності прогнозування, навантаження на обчислювальний ресурс та часу обробки вхідних запитів (*Shabee et al., 2022; Zafri Wan Yabaya et al., 2020; Yuniarti et al., 2019; Stošović et al., 2022; Saini & Sharma, 2022; Sachin et al., 2020; Amalou et al., 2022; Ma et al., 2019*).

Характерно, що прогнозування рівня споживання електроенергії може проводитись для короткострокової (STP: Short-Term Prediction), середньострокової (MTP: Mid-Term Prediction) і довгострокової перспективи (LTP: Long-Term Prediction). Методики автоматизації LTP та MTP є надзвичайно важливими для стратегічного планування при організації інфраструктури і на сьогоднішній день ефективно формалізуються на рівні математичних моделей (*Wang et al., 2020; Wenninger et al., 2022; Tang et al., 2019; Chen et al., 2022; Ding et al., 2021*), у той час як для STP не розроблено цілісну методологію побудови алгоритмів прогнозування, що розглядається як *невирішена частина* загального дослідження.

Таким чином, метою роботи стала побудова комплексної методики організації нейромережевої архітектури прогнозування у режимі реального часу рівня енергоспоживання для систем автоматизованого розподілу електроенергії споживачам.

## **Постановка задачі організації нейромережевої архітектури прогнозування рівня електроспоживання**

Задача організації системи короткострокового прогнозування рівня енергоспоживання електроенергії включає у себе формування узагальненої сезонної моделі розподілу електроенергії, вихідні дані якої можуть бути представлені як часові ряди, вибір нейромережевої архітектури та моделей на її основі, а також визначення показників продуктивності проведення машинного аналізу відповідно до точності прогнозу, навантаження на обчислювальний ресурс та часу обробки запиту, що представлені як цільові функції та їх аргументи (*Рисунок 1*).

Класичний підхід прогнозування базується на застосуванні математичних моделей статистичного розподілу набору даних як то ARIMA, що відповідно до масиву вхідних даних представлених у вигляді часових рядів дозволяють провести прогнозування показників електроспоживання для наступних інтервалів часу, точність яких залежить від



довжини інтервалу. Типовим недоліком застосування такого підходу є необхідність попереднього виділення статистичних властивостей вибірки, що недостатньо ефективно здійснюється через формування сезонної моделі електророзподілу відповідно до якої часто виникають непрогнозовані викиди, що суттєво впливають на результати прогнозування. Проблема наявності викидів полягає у тому, що на рівень споживання електроенергії впливають кліматичні фактори, такі як температура і вологість повітря, а також сила вітру, що не можуть однозначно прогнозуватись відповідно до сезонних змін. Також модель значно ускладнюється через зміни у рівні споживання електроенергії у залежності від того відбувається енергопостачання у робочі чи вихідні дні, при введенні чи виведенні з експлуатації промислових об'єктів, що споживають значимий відсоток електроенергії у масштабі району міста, тощо. Тому на сьогоднішній день перевага надається застосуванню нейромережових алгоритмів, зокрема таких, що базуються на архітектурах нейромереж глибокого навчання (DL-ANN: Deep Learning Artificial Neural Networks), що ефективно проводять машинний аналіз та автоматичне прогнозування рівня енергоспоживання у режимі реального часу без попереднього визначення статистичних властивостей або при визначенні їх лише у рамках сезонної моделі електророзподілу (*Stošović et al., 2022; Saini & Sharma, 2022; Sachin et al., 2020; Amalou et al., 2022; Ma et al., 2019; Wang et al., 2020*).

Для вирішення даної задачі зазвичай використовується RNN-архітектура, яка базується на типовій циклічній схемі, що надає відповідним нейромережовими алгоритмам переваги при роботі з часовими послідовностями. Водночас, значною перевагою зазначеної архітектури є простота організація процесу навчання, що є подібною до навчання базової моделі перцептронну і здійснюється за методом зворотного розповсюдження похибки (ЕВР: Error Backpropagation) – це дозволяє зменшити навантаження на обчислювальний ресурс та час обробки вхідних даних при роботі у режимі навчання. Особливість роботи архітектури RNN з послідовностями представленими у вигляді часових рядів полягає у тому, що показник градієнта залежить від розрахунків, що були виконані на всіх етапах навчання, тобто у процесі навчання розраховується сума градієнтів. Таким чином, ЕВР розширюється до методу оберненого розповсюдження помилки крізь час (ЕВР-ТТ: Error Backpropagation Through Time), що призводить до додаткового навантаження на обчислювальний ресурс, значення якого має бути враховано при організації системи машинного аналізу.

### **Оптимізація системи прогнозування рівня енергоспоживання на основі архітектури рекурентної нейромережі**

Проведений аналіз показав, що збільшення точності прогнозування у короткостроковій перспективі для нейромережових алгоритмів, що базується на архітектурі RNN можливо при застосуванні LSTM-модулів, які представляються як додаткові шари нейронів базової архітектури, що зберігають значення як для коротких, так і довгих проміжків часу. Характерно, що у LSTM-модулях не використовуються функції активації рекурентних компонентів, а отже градієнт у процесі навчання не зникає при використанні методу ЕВР-ТТ, що розглядався у попередньому підрозділі. Таким чином нейромережовий алгоритм, що базується на архітектурі RNN-LSTM більш

ефективно виділяє часові характеристики потокових даних, що поступають на вхід системи машинного аналізу. Але при цьому, як було вказано вище, збільшується навантаження на обчислювальний ресурс апаратно-програмної платформи відповідно збільшення кількості нейронів відносно довжини одного блоку вхідної послідовності, що підлягає машинному аналізу. У свою чергу включення у базову архітектуру модулів GRU можна розглядати як модифікацію RNN-LSTM, що проводиться з метою спрощення загальної структури через зменшення кількості нейронів (*Рисунок 2*) та каналів передачі даних про загальний стан. Відповідно зазначеного підходу на вхід RNN-GRU подаються та вихідні значення за якими згідно обраної функції активації обчислюється вектор вузла скидання (RGV: Reset Gate Vector) як початковий вибір нового вихідного значення, а також вектор вузла уточнення (UGV: Update Gate Vector). Вектори RGV і UGV формують набір вентилів для вибору актуального значення з метою обчислення вектору виходу.

Важливо зазначити, що модулі RGV та UGV можуть бути використанні не тільки для базової архітектури RNN, але й для архітектури двонаправленої рекурентної нейронної мережі (BRNN: Bidirectional Recurrent Neural Network), у рамках якої з'єднуються у протилежних напрямках два прихованих шари, що мають один вхід.

Таким чином, на вихідний шар BRNN потрапляє інформація як попередніх, так і майбутніх станів одночасно, а отже вхідна інформація про майбутні стани у рамках BRNN отримується з поточного стану. Це можна розглядати як виділення контексту з часового ряду послідовності вхідних даних. Так, при прогнозуванні енергоспоживання на рівні BRNN системою машинного аналізу кожен стан розглядається як наслідок попереднього стану та причина наступного стану, що теоретично може суттєво збільшити точність прогнозування.

Як було вказано вище оцінка навантаження на обчислювальний ресурс на базовому рівні оцінюється через кількість нейронів у нейромережевій архітектурі у відповідності до кількості елементів вхідної послідовності  $N$ . У свою чергу точність прогнозування може бути визначена через розрахунок похибки. У представлених дослідженнях розраховувались такі показники як середня абсолютна похибка  $\Delta_{MAE}$  (MAE: Mean Absolute Error), середня абсолютна процентна похибка  $\delta_{MAPE}$  (MAPE: Mean Absolute Percentage Error) і середньоквадратична похибка  $\Delta_{RMSE}$  (RMSE: Root Mean Square Error), а також її квадрат. Аналіз сучасних публікацій присвячених короткостроковому та середньостроковому прогнозуванню рівня енергоспоживання за допомогою нейромережевих алгоритмів архітектури RNN показав, що залежності для цих показників є подібними. Тому у рамках даного дослідження за відкритими статистичними даними (*Sobocińska, 2022; Stošović et al., 2022*) було розглянуто залежність значення середньої абсолютної процентної похибки від часу як цільову функцію точності прогнозування (*Рисунок 3; Рисунок 4*).

Результати прогнозування поточних даних нейромережевими алгоритмами на основі архітектури RNN було проведено для зимового сезону, коли електроспоживання і, відповідно, абсолютна похибка у його прогнозуванні є найбільшими. Згідно з результатами прогнозування найбільш ефективно рівень енергоспоживання електроенергії прогнозується для середньострокової перспективи (від 10 діб), але

застосування LSTM- (Рисунок 3) та GRU-модулів (Рисунок 4) дозволяє збільшити точність прогнозування у межах 2-4 рази. Вибір між LSTM- та GRU-модулями при цьому цілком залежить від вибору меж горизонту прогнозування. Було зазначено, що впровадження двонаправленої архітектури RNN також надає можливість зменшити значення похибки прогнозування для середньострокового прогнозування при використанні LSTM-модулів і для коротко- і середньострокового прогнозування при використанні GRU-модулів.

### Висновки

У результаті проведеного дослідження було проаналізовано особливості застосування нейромережових алгоритмів при побудові системи машинного аналізу, прогнозування та автоматизованого контролю інфраструктури електромережі. Зокрема було розглянуто такі підходи організації нейромережової архітектури як рекурентна нейромережа, моделі на основі довгої короткочасної пам'яті і рекурентних вентильних вузлів, а також моделі часових рядів, що базуються на визначенні авторегресійного інтегрованого ковзного середнього.

При цьому у рамках дослідження було розроблено:

- методіку організації системи прогнозування рівня електроспоживання у режимі реального часу, що базується на нейромережових та програмних алгоритмах;
- методіку оцінки ефективності нейромережової моделі відповідно точності прогнозування за значенням похибки та навантаження на обчислювальний ресурс;
- методологічні рекомендації по застосуванні LSTM- та GRU-модулів, а також двонаправленої архітектури при адаптації нейромережової архітектури RNN до задачі прогнозування рівня енергоспоживання електроенергії.



### Список джерел інформації:

- Amalou, I., Mouhni, N., & Abdali, A. (2022). Multivariate time series prediction by RNN architectures for energy consumption forecasting. *Energy Reports*, 8, 1084-1091. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.07.139>
- Bašta, M., & Helman, K. (2013). Scale-specific importance of weather variables for explanation of variations of electricity consumption: The case of Prague, Czech Republic. *Energy Economics*, 40, 503–514. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.023>
- Chen, J., Wang, X., & Lai, C. (2022). Research on mid-term prediction of regional electricity consumption considering the impact of major social activities. *2022 IEEE 5th Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*. <https://doi.org/10.1109/imcec55388.2022.10019968>
- Ding, F., Li, X., Zhou, B., Wu, M., & Gnansounoue, E. (2021). Mid-long term interprovincial renewable energy consumption potential and strategy of clean emission in Shanghai's power sector. *2021 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (ISPEC)*. <https://doi.org/10.1109/ispec53008.2021.9735490>

- Gordon, G. (2016) The uses and limitations of International Energy Consumption Comparisons. *International Comparisons of Energy Consumption*, 239-252. <https://doi.org/10.4324/9781315659602-36>
- Jiang, M., An, H., Gao, X., Liu, D., Jia, N., & Xi, X. (2020). Consumption-based multi-objective optimization model for minimizing energy consumption: A case study of china. *Energy*, 208, 118384. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118384>
- Ma, M., & Wang, Z. (2019). Prediction of the energy consumption variation trend in South Africa based on Arima, NGM and NGM-Arima models. *Energies*, 13(1), 10. <https://doi.org/10.3390/en13010010>
- Paulu, A., Vitvarová, M., & Kočí, V. (2022). Quantifying the industry-wide symbiotic potential: LCA of construction and Energy Waste Management in the Czech Republic. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.033>
- Sachin, M. M., Paily Baby, M., & Sudharson Ponraj, A. (2020). Analysis of energy consumption using RNN-LSTM and Arima model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1716 (1), 012048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1716/1/012048>
- Saini, K., & Sharma, S. (2022). Gated recurrent unit (GRU) in RNN for traffic forecasting based on time-series data. *2022 2nd International Conference on Innovative Sustainable Computational Technologies (CISCT)*. <https://doi.org/10.1109/cisct55310.2022.10046484>
- Shachee, S. B., Latha, H. N., & Hegde Veena, N. (2022). Electrical energy consumption prediction using LSTM-RNN. *Evolutionary Computing and Mobile Sustainable Networks*, 365-384. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-9605-3\\_25](https://doi.org/10.1007/978-981-16-9605-3_25)
- Siemiński, P., Hadyński, J., Lira, J., & Rosa, A. (2021). Regional diversification of electricity consumption in rural areas of Poland. *Energies*, 14(24), 8532. <https://doi.org/10.3390/en14248532>
- Sobocińska, M. (2022). Processes of modernization of consumption in Poland in the context of the sustainable consumption and the functioning of the Renewable Energy Market. *Energies*, 15(1), 289. <https://doi.org/10.3390/en15010289>
- Stošović, M. A., Radivojević, N., & Ivanova, M. (2022). Electricity consumption prediction in an electronic system using artificial neural networks. *Electronics*, 11 (21), 3506. <https://doi.org/10.3390/electronics11213506>
- Tang, L., Wang, X., Wang, X., Shao, C., Liu, S., & Tian, S. (2019). Long-term electricity consumption forecasting based on expert prediction and Fuzzy Bayesian theory. *Energy*, 167, 1144-1154. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.073>
- Wang, J. Q., Du, Y., & Wang, J. (2020). LSTM based long-term energy consumption prediction with periodicity. *Energy*, 197, 117197. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117197>
- Wenninger, S., Kaymakci, C., & Wiethe, C. (2022). Explainable long-term building energy consumption prediction using QLattice. *Applied Energy*, 308, 118300. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118300>
- Yuniarti, E., Nurmaini, N., Suprpto, B. Y., & Naufal Rachmatullah, M. (2019). Short term electrical energy consumption forecasting using RNN-LSTM. *2019 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS)*. <https://doi.org/10.1109/icecos47637.2019.8984496>

- Zafri Wan Yahaya, W. M., Kamaru Zaman, F. H., & Abdul Latip, M. F. (2020). Prediction of energy consumption using recurrent neural networks (RNN) and nonlinear autoregressive neural network with external input (NARX). *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 17 (3), 1215. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v17.i3.pp1215-1223>
- Zheng, S., Zhang, Y., Zhou, S., Ni, Q., & Zuo, J. (2022). Comprehensive energy consumption assessment based on Industry Energy Consumption Structure Part I: Analysis of energy consumption in key industries. *2022 IEEE 5th International Electrical and Energy Conference (CIEEC)*. <https://doi.org/10.1109/cieec54735.2022.9845929>



## Додаток

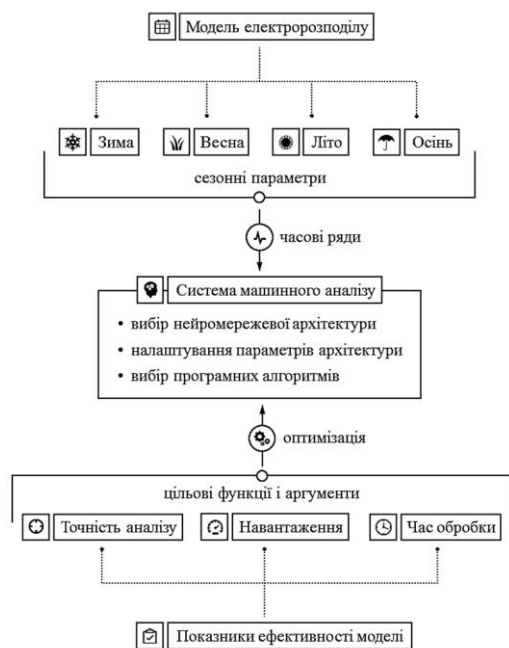


Рисунок 1. Базова схема організації системи короткострокового прогнозування рівня електроспоживання

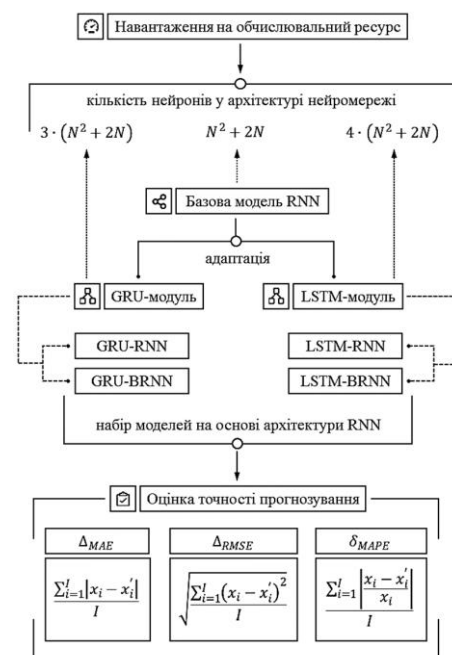


Рисунок 2. Схема оцінки ефективності неймережевої моделі відповідно точності прогнозування та навантаження на обчислювальний ресурс

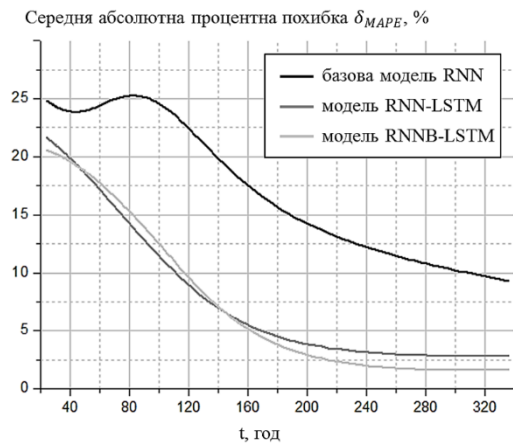


Рисунок 3. Результати прогнозування рівня енергоспоживання для нейромережевої архітектури на основі RNN та LSTM

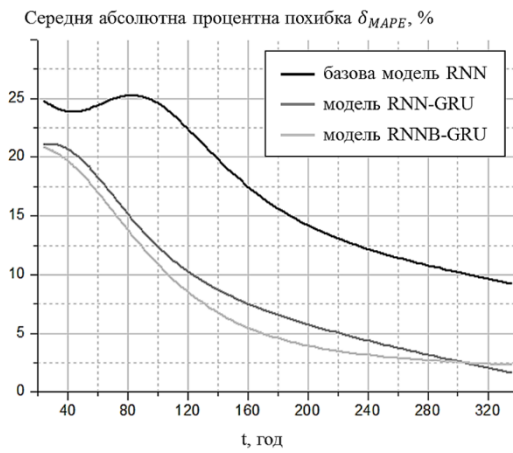


Рисунок 4. Результати прогнозування рівня енергоспоживання для нейромережевої архітектури на основі RNN та GRU

**Sergey V. Lebedev**, Full Professor, Doctor of Philosophical Sciences, Head of the Department of Philosophy, High School of Folk Arts (Academy). St Petersburg, Russia.  
ORCID: 0000-0002-7994-2660

### **Year of futurism: Who and how will move the science of the future**

*Abstract:* Today, world science is in a paradoxical position. On the one hand, the word “science” itself constantly, out of place and out of place, is heard in the mouths of politicians, journalists, entrepreneurs and even scientists themselves. Today, even religious sectarians, in addition to using modern means of communication, they often call their “teachings” as “scientific”. On the other hand, it is hard to deny that since the 1970s there were no fundamental breakthrough directions in world science. In essence, everything that is considered “the latest achievement”, “the most advanced technology”, was developed, first as experimental developments, then as separate copies, and then as mass production for the mass consumer, was created back in the 19<sup>th</sup> and first half of the 20<sup>th</sup> century. The study subject was the historical evolution of scientific thought. The study object was the scientific environment and scientific thought in the time frame. The study purpose was to search for patterns in the development of scientific thought in the regional and historical aspect. To achieve the study purpose and solve the tasks, historical, comparative, and logical methods were used. In the study course, the author used the works of foreign and Russian researchers, scientists, politicians and philosophers. The author concludes that the crisis of world science is a crisis of Western science. For many reasons, the countries of the modern West are in a state of gradual, but increasingly visible retreat from the leading positions in science and technology. Today, the countries of the global East are less and less dependent on Western technologies and are gradually beginning to take the vanguard positions in the world science of the post-Western world in the middle of the 21<sup>st</sup> century.

*Keywords:* science, future, futurism, scientific discoveries, evolution of science.



**Сергей Викторович Лебедев**, профессор доктор философских наук, зав. кафедрой философии Высшая школа народных искусств (Академия), Санкт-Петербург, Россия.  
ORCID: 0000-0002-7994-2660

### **Год футуризма: кто и как двинет науку будущего**

*Аннотация:* В наши дни мировая наука находится в парадоксальном положении. С одной стороны, само по себе слово «наука» постоянно, к месту и не месту, звучит в устах политиков, журналистов, предпринимателей и даже самих ученых. Сегодня даже религиозные сектанты, помимо использования современных средств коммуникации, часто свои «учения» именуют «научными». С другой стороны, трудно отрицать, что с 1970-х гг. принципиальных прорывных направлений в мировой науке не произошло. В сущности, все, что считается «самым последним достижением», «самой передовой технологией», было разработано, сначала как опытные разработки, потом как отдельные экземпляры, а потом как массовое производство для массового потребителя, было создано еще в XIX и первой половине XX века. Предметом исследования стало историческая эволюция научной мысли. Объектом исследования была научная среда и научная мысль во временном контуре. Целью исследования был поиск закономерностей развития научной мысли в региональном и историческом аспекте. Для достижения поставленной цели и решения задач в ходе исследования использовались исторический, сравнительный, логический методы. В ходе исследования автором были использованы труды зарубежных и российских исследователей,

учёных, политических деятелей и философов. Автор приходит к выводу, что кризис мировой науки представляет собой кризис именно западной науки. В силу многих причин страны современного Запада находятся в состоянии постепенного, но все более зримого отступления с передовых позиций в науке и технике. На сегодня страны глобального Востока все меньше зависят от западных технологий и постепенно сами начинают выходить на авангардные позиции в мировой науке постзападного мира середины XXI века.

*Ключевые слова:* наука, будущее, футуризм, научные открытия, эволюция науки.



## **Introduction**

Today, world science is in a paradoxical position. On the one hand, the word “science” itself constantly, out of place and out of place, is heard in the mouths of politicians, journalists, entrepreneurs and even scientists themselves. Today, even religious sectarians, in addition to using modern means of communication, they often call their “teachings” as “scientific”. On the other hand, it is hard to deny that since the 1970s there were no fundamental breakthrough directions in world science. In essence, everything that is considered “the latest achievement”, “the most advanced technology”, was developed, first as experimental developments, then as separate copies, and then as mass production for the mass consumer, was created back in the 19th and the first half of the 20<sup>th</sup> century. century.

The study subject was the historical evolution of scientific thought.

The study object was the scientific environment and scientific thought in the time frame.

The study purpose was to search for patterns in the development of scientific thought in the regional and historical aspect.

Based on the study purpose, the following tasks were set:

- analyse the development of science over the past 200 years in a geographical and temporal context;
- assess the trends in the development of world science at the present stage of development of history;
- characterise the peculiarities of the development of Soviet and Russian science.

To achieve the purpose and solve the tasks, historical, comparative, and logical methods were used.

In the study course, the works of foreign and Russian researchers, scientists, politicians, and philosophers were used.

## **The results of the study**

1

The century before last was the time of the creation of the great universal, “classical” sciences. Darwin’s theory was in biology, the periodic table was in chemistry, Marxism was in the social sciences, the development of Newton’s theory was in physics. It seemed that science was about to explain everything, and at the same time that almost everything had already been discovered. It is no coincidence that when the young Max Planck told his supervisor, Professor



Philipp von Jolly, that he would like to study physics, he said: “Young man, why are you ruining yourself! Everything is already open in physics” (*Skhyarenko, n.d.*). However, Planck turned out to be stubborn, and seriously took up physics, becoming the creator of quantum theory.

Technological progress was even more revealing. To make it clear what changes have taken place in the life of one generation, it should recall, e.g., Leo Tolstoy’s life. He lived from 1828 to 1910. When he saw the light, there were no railways in the world yet because, in fact, the first railway, opened in London in 1825, was still experimental, and the regular movement of passenger trains began in England in 1830. The shipping service had just begun. So far, there were no “real” steamships, there were only sailing ships that also had a steam engine, and there were several dozen more of them in the world. Mostly they traveled along the seas and rivers under sail or on oars. There was no telegraph, no photography, no typewriters, no safety razors. When Tolstoy’s life was approaching sunset, he could see the first planes and submarines with his own eyes, he himself photographed, filmed by cameramen, and his voice was recorded on a phonograph. Finally, the heroine of his work, Anna Karenina, threw herself under a steam locomotive. In his younger years, Leo Tolstoy fought in the Caucasus, the exact maps of which had not yet been drawn up, and by the time of his death there were no “blank spots” on the entire globe.

In the 19<sup>th</sup> century, the word “scientist” began to mean not just an educated person, but a professionally engaged in science. The “philosopher” concept began to mean just a scientist of one of the branches of science. The world looked at the future with optimism, believing that science can improve the life of all mankind for the better. If something impeded development, then it was considered surmountable with the help of scientific methods of management. Even war seemed to be a phenomenon that would soon disappear due to the improvement of human morality, human fear of the threat of mass destruction, and also because of economic inexpediency. So, in 1913, a book by the prominent British economist Norman Angell, *The Great Illusion*, was published, dedicated to proving the impossibility of war between Germany and Great Britain, since both of these countries are too dependent on each other in economy. In August 1914, the 5th edition of this book was published.

However, even then there were skeptics, especially among science fiction writers, who drew attention to that the development of technology did not at all improve human nature. An indicator of technological progress was the emergence of a special genre – science fiction literature. However, in other literary genres, the scientist appears as a literary character. It could be either a comical absent-minded eccentric, or a gloomy maniac, a brilliant villain scientist who tried to seize power over the world. Science fiction writers really foresaw a lot, and their foresight was explained by the fact that they could give a qualified scientific forecast not only thanks to their knowledge of technology and cold calculation, but also to the intuition of the artist.

## 2

And yet, at the end of the 19<sup>th</sup> century, the crisis of the classical sciences began. It all started with great discoveries in physics. There is a well-known ironic poem by Russian physicists, dedicated to how a wonderful, almost completely known physics, suddenly became a collection of inexplicable phenomena:

This world was shrouded in darkness,  
Let there be light! And here comes Newton.  
But Satan did not wait long for revenge.  
Einstein came, and everything was as before.

In fact, at the end of the century, one after another, great discoveries in physics went. In 1895, Wilhelm Roentgen discovered rays, which have since become known as x-rays. In 1896, French physicist Henri Becquerel discovered that uranium salt lying next to a packaged photographic plate caused it to turn black. The study of this penetrating uranium radiation, together with Pierre and Marie Curie, led to the discovery of radioactivity. Thus began the atomic era in human history. Soon, Joseph Thomson in 1897 discovered the electron and measured the ratio of its charge to mass. In 1898, physicists Pierre and Maria Skłodowska-Curie, while studying the mineral uraninite, recorded its too high level of radiation. Assuming the presence of unknown more active substances in the mineral, scientists discovered two new radioactive elements – polonium and radium. Ernest Rutherford discovered alpha and beta rays in 1899. In 1900, the German physicist Max Planck (1858-1947) proposed a new (completely inconsistent with classical concepts) approach: to consider the energy of electromagnetic radiation as a discrete quantity that can be transmitted only in separate, albeit very small, portions – quanta. On the basis of this ingenious conjecture, the scientist not only obtained the equation for thermal radiation, but it formed the basis of quantum theory. In 1905, Albert Einstein delivered three reports in which he refuted Newton's theory of the time and space immutability. Thus, the theory of relativity was born. Finally, in 1911 he developed his own so-called planetary model. Until now, Rutherford's model of the atom explains almost all the experimental data obtained during experiments in atomic physics.

All these great discoveries, made over just a few years, caused a crisis in philosophy, since the divisibility of the atom (recall that in Greek means “indivisible”) overturned the idea that all matter consists, like bricks, of atoms. Now the matter seems to have disappeared. The result was a revival of idealistic and completely irrationalistic ideas in philosophy, mysticism flourished among the bohemian cultural figures and there was a “return” to religion.

Following this, in 1930, Paul Dirac put forward the antiparticle's theory. In 1934, Irene and Frédéric Joliot-Curie obtained artificial radioactivity. In 1939, the German physicist Otto Hahn discovered the atom fission. Now the manufacture of an atomic bomb has become technically possible.

Starting in physics, radical scientific discoveries that undermined classical scientific concepts continued. In 1922, after analysing the system of 10 world equations of Einstein's general theory of relativity, the Russian scientist Alexander Aleksandrovich Fridman (1882-1925) came to a fundamental conclusion about the expanding Universe (the so-called “Big Bang” theory). He was the first to abandon the postulate of the stationarity of the Universe.

As a result of all these new scientific discoveries, the scientific picture of the world, which was so clear and definite back in 1890, has disappeared. Now biology is not developing according to Darwin, and the most significant discoveries of biology in the 20<sup>th</sup> century, such as the discovery of DNA or cloning, can in no way be explained by Darwinism. Periodic table of Mendeleev “does not work” for two-dimensional space.

### 3.

The First World War became an indicator of both the incredible growth of the scientific and technological power of mankind, and the human mind limitations. The war sharply spurred the development of science, first of all, applied research, which gives a quick practical result. Note that the end of the First World War immediately caused preparations for the Second, then the Second World War passed, and the Cold War began. All this was accompanied by rapid scientific and technological growth. Unfortunately, in the 20<sup>th</sup> century, war remained the mother of progress.

To illustrate the speed of the emergence of technical innovations, it can give the following examples. In 1914, when the First World War broke out, in the belligerent states, cavalry with sabers and pikes still made up a significant part of the troops, carrier pigeons were used for communication, and radio communications were taking their first steps, there were several dozen wooden planes in the warring countries. In 1945, three decades later, when World War II ended, nuclear weapons had already been used, the number of aircraft used by the participants in the war was in the tens of thousands, there was worldwide radio broadcasting, and television programmes were already being broadcast. Alas, this was technical progress and it could not look differently in the then social, economic, political, and cultural conditions.

However, in the 1950s-70s, in conditions when the threat of a nuclear collision that threatened the death of all mankind, the confrontation between the superpowers took on a calmer character, the scientific and technological revolution (STR) unfolded in the world. In fact, it is now that the vast theoretical knowledge of scientists has become available to the majority of peaceful people. The second half of the last century gave rise to mass motorization, when in the leading industrial countries, the number of private cars owned almost equaled the number of inhabitants. Civil aviation has become something familiar to most of the inhabitants of the planet. Television entered the life (and began to largely determine the life) of most of the inhabitants of the Earth. Finally, at the end of the last century, the computer revolution that continues to this day begins.

Nevertheless, it soon became clear that the rapid growth of material consumption caused environmental problems. Back in the first half of the 20<sup>th</sup> century, scientists and politicians talked a lot about the “conquest of nature”, poets sang chimney smoke over factories and big city noise. Now humanity faces a real threat, along with the possibility of death in a nuclear war, and the danger of suffocation in their own waste.

### 4.

After the 1989-91 fall of the socialist system, the West suddenly lost the enemy whose confrontation was the source of the development of the Western system. The stagnation of world science started in the 1970s gradually turned into a crisis. The crisis does not mean a complete decline, and it is no coincidence that most scientists, as well as historians of science and philosophers, believe that a new period in the history of science began – post-non-classical – since the 1970s. The prefix “post” means the end of something old, but it is not yet possible to speak of something new formulated. The characteristic features of post-non-classical science are the widespread use of computers, the inability to solve a number of scientific problems without the complex use of knowledge from various scientific disciplines, without taking into

account the place and role of man in the systems under study (*Kokhanovsky et al., 2003, p. 140*). Since the objects of research are increasingly becoming systems that were impossible to experiment with, the most important tool for research activities was mathematical modelling. On the other hand, a mathematical model is not even an empirical fact. However, a clear slowdown in scientific and technological progress has looked quite obvious since the 1970s. However, in the 21st century, science has become the main productive force of human society. Moreover, science has become a social activity.

Any human activity always sets a specific purpose, even if not formulated in the form of a theory. Set the purpose for itself, humanity is developing all the possibilities, ways, rules, methods, and means of achieving it. Knowledge is acquired by a person at any age and in all types of activities, including study, social communication, politics, material production, art, and everyday life. In science, the purpose of human activity is to increase previously acquired knowledge. Thus, the main product of scientific activity is the acquisition of knowledge. It can be said that science is at once the acquisition, production, and implementation of knowledge.

Science, as already noted, has firmly established itself in all spheres of society since the 19<sup>th</sup> century. Moreover, over the past century and a half, science has not without reason laid claim to the role of the main determinant of the suitability of certain standards of social life. The 19<sup>th</sup>-century classical positivism philosophy generally proceeded from the fact that science and scientific activity occupied the place in the life of society that had previously been occupied by religion. The concepts of “scientific”, “advanced”, “progressive” have become necessary for the promotion of any kind of product, political ideology and even, surprisingly at first glance, an artistic product. Indeed, if advertising proclaims the emergence of a “new” trend in art, then this trend and its creators can count on public recognition. Recall that a century ago, new areas of art called themselves “avant-garde”, “modernist” (i.e., “modern”), opposing themselves to the “obsolete” classics.

In almost all developed countries of the world, the main directions of scientific research are directly organised and financed by governments. In some countries, spending on science, excluding spending on education, is a very significant part of public spending. It is significant that in Japan, according to the data of the Higher School of Economics, direct spending on science is over 3% of the gross national product (*Ratay, 2017*). Approximately the same share of public spending on science was in the USSR in the 1960s, Yuri Gagarin’s time, space flights, exploration of Antarctica and diving into the Mariana Trench. Spending on science has increased significantly in Russia, and is growing rapidly in China, South Korea, and the United States (*Ratay, 2017*).

Science as a social institution includes many hundreds of thousands of specially trained scientists. There are even more teachers of educational institutions of various directions who train these scientists in the world. Research workers have already become a prominent and influential social group with their own corporate interests, which they are ready to defend by various means, including political ones. At the same time, numerous technical personnel of scientific institutions are associated with scientists – laboratory assistants, secretaries, programmers, etc., up to cleaners and cloakroom attendants. As one can see, the positivists of the century before last are not so far from the truth when they predicted that the scientific

community would acquire the features of a social class claiming to be the leading force of society.

At the beginning of the 21<sup>st</sup> century, the concept of the “creative class” really appeared, first put forward by the American philosopher and sociologist Richard Florida ([Surguladze, 2018](#)). In his opinion, the main factor in the successful economic development of society in the new century is the “creative” creative elite. Among the professions that representatives of the creative class have, according to R. Florida, one can highlight journalists, including bloggers, electronic media workers, and PR technology specialists, etc. In general, “creatives” are workers based on knowledge of a high-tech economy that requires creative thinking and the ability to solve problems in an unconventional way. However, since it has become fashionable to consider oneself as belonging to the “creaciat” and, at the same time, heightened ambitions rather than real creative abilities are more characteristic of representatives of this self-proclaimed class, in Russia and in many other countries this word quickly acquired a negative contemptuous connotation. Nevertheless, there is no doubt that it was creative individuals who have always determined the development of mankind, and in modern conditions, the servants of science become the driving forces of the existence of society.

A huge role in the development of creative personalities is played by the system of specialists training. It is about the system. Science must constantly receive “fresh” scientific personnel, otherwise stagnation in science and technology is inevitable. It is no coincidence that after the Second World War, the American authorities in West Germany performed an educational reform, largely doing away with the old, rather complex, but very effective German education system. The calculation was made that the training of specialists in the “field of everything” would not allow Germany to re-create a great science that could strengthen the country and thereby challenge the United States.

## 5.

As, in 2023, “Nature”, the most authoritative scientific journal in the world, published since 1869 in the UK, on the pages of which almost all the major scientific discoveries of the last century and a half were presented, reported that modern scientists have stopped making major discoveries that can change the course of history. To explain if the innovativeness of science decreases over time, the researchers studied 45 million scientific papers written since 1945, and measured their impact five years after publication. By the impact, they understood the frequency of citation in other articles and the level of innovation. It found that the work impact gradually decreased in all fields: between 1945 and 2019, the decrease in new research was 91.9% in the social sciences and 100% in the physical sciences, and the last significant invention was the Google page ranking algorithm, coined in 1999 and changed the way people use the Internet ([Major scientific discoveries..., 2023](#)).

The journal researchers identified several reasons that could affect the slowdown in the pace of innovation. The first is the narrowing of scientific fields, focusing only on a specific area. Such an approach, according to experts, undoubtedly provides a deeper understanding of specialization, but does not contribute to the breadth of views, since breakthroughs mainly occurred when people relied on different knowledge from several sources. The second reason is the modern research culture, which encourages scientists to worry more about the number of

published articles than about their quality (*Major scientific discoveries...*, 2023). Scientific criteria are evaluated by citation rating. However, daring skeptics who refute established scientific ideas are simply not published, and therefore not quoted. As a result, the scientific community remains completely unaware of the very existence of new original scientific ideas. Scientific activity in the West and in Russia in recent decades is most often reduced to the search for grants for those studies that are in demand.

However, there are deeper reasons as well. There is a crisis of the scientific paradigm. Scientists again, as in the early 20<sup>th</sup> century, found themselves in a situation where the old proven methods of research do not work, and classical theories cannot explain anything. In addition, there is strong skepticism among scientists themselves as to whether their work is beneficial to humanity. After Hiroshima and Chernobyl, a kind of fear arose among not only scientists, but also ordinary people before the development of science.

Nature journal's scientists did not indicate another reason for the scientific and technological stagnation that continues to this day, caused by the crisis of fundamental sciences. Just from the beginning of the 1970s, the process of transferring entire industries to "warm" countries having an abundance of raw materials, cheap labour in the absence of any trade unions began.

Initially, this process was welcomed. It was believed that any "dirty" industrial production would be transferred from Western countries, which would turn from the "workshops of the world" into the "design bureau" of the world. Under the new economic conditions, some countries will be turned into raw material quarry countries, where raw materials will be extracted, and assembly shop countries, where these raw materials will be processed. The Western countries reserved for themselves the role of design bureaus and scientific centers in which science would develop.

However, real life was more complicated than logically verified theoretical schemes. As production began to leave for China and the countries of Southeast Asia, the West suddenly lost its creative possibilities. Production was gone and development was gone, too. As evidence, the following example can be cited. In 1973-74, the only American orbital station "Skylab" was operating. Considering its work unprofitable in a financial sense, the US authorities closed the project to create orbital stations. Thousands of specialists were fired, training of new personnel was stopped. However, already one decade later, the United States decided to return to creating orbital stations. Nevertheless, it suddenly became clear that in just one decade the former specialists had lost their qualifications, there were no young personnel, and the technical documentation was outdated. Attempts to create a new station were unsuccessful, although these attempts took many years and funds were spent that significantly exceeded the cost of Skylab. The Americans had to finance the construction of the International Space Station (ISS), based on Soviet developments used in the construction of the Salyut and Mir stations. Thus, the slogan "cadres decide everything" fits perfectly with science.

It is still too early to talk about a complete suspension of technological progress. Progress in Western countries has taken a one-sided direction because development occurs mainly only in information and computer technologies. However, this development is unlikely to last long. The quality of education in Western countries since the end of the last century began to decline depressingly. The spread of functional illiteracy of the masses, when a person is able to read

only signs and comics, the disappearance of the culture of reading and systemic thinking, the general decline in the qualifications of people does not at all contribute not only to further development, but in general to the preservation of the previous level of development of science. The masses educated by social networks in modern conditions cannot even more or less maintain the developed complex technical systems of the 20<sup>th</sup> century in order. The decline in the mental and managerial qualities of the entire Western elite can no longer be denied. This is a fact visible to all observers.

There is another reason for the crisis of modern Western science.

After the USSR and the socialist system collapse, the global market relations triumph led to a significant reduction in spending on fundamental scientific research, which does not promise quick profits. The Western World used a simple scheme: if it needs to solve some complex scientific problem, it could simply lure educated emigrants, who were always ready to sell the long-term achievements of colleagues from their country for a small amount, into its laboratories and universities. In 1930-40s century, the United States very effectively used the German science achievements, using the knowledge of emigrants from Germany. In the second half of the 20<sup>th</sup> century, the United States managed to lure tens of thousands of scientists from Western European countries. However, the United States and also some other Western countries did a particularly large harvest of foreign brains after the USSR collapse.

However, it was precisely this circumstance that led to the fact that in the United States and other Western countries they stopped developing the education system. Indeed, why spend huge sums of money for long-term training of a specialist if he can be hired cheaply abroad? For several decades now, in modern Western countries, they have been intensively introducing an education system that trains only simple performers who do not ask complex philosophical questions. However, this does not in any way contribute to the development of the type of scientists who “move” science. As a result, Western countries have largely undermined their own education system, and suddenly found out that all the cream from foreign science has already been skimmed off and there is nowhere else to recruit foreign specialists. It turned out such a phenomenon, not uncommon in the history of science, as the presence of remarkable scientific discoveries made by foreigners, which cannot be implemented in their own country due to the lack of their own specialists. All this could not but cause a crisis in Western science.

It should clarify that the crisis of Western science is been taken. A number of non-Western countries, such as China, India, Iran, Saudi Arabia on the contrary, are rapidly developing their science. Already, China is able to produce scientific research that has become inaccessible to most scientific research institutions in the West. However, for the time being, it would be premature to talk about a complete transfer of scientific development to these countries.

## 6.

Is there any national feature in the development of world science, based on which researcher can more or less logically determine the countries that will be leaders in scientific progress in the coming decades? This question can be answered in the affirmative.

In different historical epochs and different countries there are peculiarities of scientific knowledge. This is not at all due to differences between different nations and races. It is also impossible to exaggerate in the development of science in the country the features of its socio-

economic system and political regime. There is such a thing as the “spirit of the people”. This is not a metaphysical concept. This is the name of the most characteristic features of the people, which are expressed in their culture and language. At the same time, the “spirit of the people” is often aimed at understanding the meaning of their existence, at fulfilling a certain mission in the world. Systematised generalisation of national self-consciousness and awareness of this mission is called “national idea”.

As an individual thinks about what he lives in this world for, what he can get from this world and what he can give him, so nations think about their idea, their path and their mission on their home planet. Naturally, each nation has its own national idea. Of course, in different historical eras and national ideas can change. Most often, the national idea can be expressed in a simple slogan. Thus, the ancient Romans expressed their idea in the Pax Romana concept (“Roman world”). It meant a social and political order that united the entire known then inhabited world into a single state with common laws and a single authority, which ended all wars (*Lebedeva, 2016*). Another Roman concept of Rome was the word “greatness”, or “maiestas” in Latin, an attribute of the greatness of the gods of the Roman people, or “maiestas populi” in Latin, and its rulers. Throughout all stages of the history of Rome, for showing disrespect to them, i.e., “insult to majesty”, or “crimen laesae maiestatis” in Latin, was supposed to be the death penalty. A single and indivisible power (“Imperium”), according to Roman ideas, together with the “maiestas” belonged to one people, who exercised this power in elections, in legislation, in the supreme court, in deciding war and peace. This is where the “empire” concept comes from. And it was the concepts of “Roman peace” and “greatness” that inspired the Roman centurions to move with their legionnaires deep into Britain, or the Sahara, creating an empire.

Rome did not fall after several centuries of decline because the barbarians “suddenly” became strong. The primordial Roman qualities that made this people the creator of the state simply disappeared. Pax Romana was replaced by another – “panem et circenses”, i.e., “bread and circuses”! As the Roman poet Decimus Juvenal wrote at the beginning of the 2<sup>nd</sup> century: “Rome that once / Distributed everything: legions, and power, and bunches of lictors, / Now is restrained and only dreams of two things: / Bread and circuses!” (*Satire 10, 2007*). The great state idea disappeared, replaced by state social security, therefore, the Romans with their customs also disappeared, and Rome perished (*Lebedeva, 2016*).

The national idea of Spain had its own unique features. For 800 years (from 711 to 1492), the Christian states of the Iberian Peninsula fought against the Moors (Muslims). It is difficult to find examples of such persistence in the defense of one’s native country in world history. Perhaps only the struggle of Rus against the nomads of the Wild Field, and even the resistance of the Montenegrins to the Turkish conquest, can be compared with the Spanish feat (*Lebedev, 2006*). In this struggle, the national idea of Spain was formed, consisting in the Reconquista, i.e., the “reconquest” of the former Christian lands.

During the Reconquista, not only a single state was finally formed, but also the nation itself with its unique cultural features and the very national character of the Spaniards (*Lebedev, 2006*). The 16<sup>th</sup> century in world history was the Spanish century. It is no exaggeration to say that at that time Spain ruled half the world. It was the Spanish king, aka the German emperor, Charles V, looking at the globe with joy, found out that the sun did not set over his possessions. It was



the Spanish ships under the command of F. Magellan who were the first in the world to circumnavigate the globe. In the western hemisphere, after the discoveries of Columbus, the Spanish conquistadors, the total number of which did not exceed five thousand people, conquered and mastered all of present-day Latin America, as well as about half of the current United States, in just a few decades. The Spaniards also took possession of vast territories of North Africa and ruled in the Mediterranean. The Spaniards penetrated into southeast Asia, conquering the Philippines and starting trade with China. In Europe, the Spaniards in the 16<sup>th</sup> century ruled most of Italy, the Netherlands. In addition, the Spanish king was also Emperor of Germany, i.e., the “Holy Roman Empire” or First Reich. Finally, in 1580-1640, Spain was united with Portugal through a dynastic union. As a result, the Spanish (and at the same time Portuguese) king also controlled vast Portuguese possessions – Brazil, Angola, Mozambique, Ceylon, Indonesia, Malaysia, Formosa (Taiwan), and a number of cities in India (*Lebedev, 2006*). The political flowering of Spain coincided with the flowering of culture. However, this century was fleeting and soon gave way to the three hundred years of the decline of Spain, which gradually rolled down to the position of a second-rate country.

The national idea of Great Britain is expressed in the slogan, which arose based on the two-line refrain of a patriotic song “Rule the waves” of 1740: “Rule, Britannia! Rule the waves: Britons never shall be slaves”. Through a variety of methods, including piracy, the slave trade and the drug trade, the British brought about the Industrial Revolution (*Lebedeva, 2016*). In the mid-19<sup>th</sup> century, England was the “workshop of the world” and accounted for about 50% of the world’s industrial production. The English military and merchant fleet dominated all seas and sailed across all latitudes. All this made England the mistress of the seas. British goods from sewing needles to steel ships were sold all over the world. English scouts, sailors, pirates, missionaries, merchants, and soldiers operated on all seas and all continents. Using their technological advantage, the British created by conquest the largest colonial empire in history, covering a quarter of the globe. The English way of life was irresistible to many young Europeans, as well as to the English-educated non-Europeans in the colonies. The British pound sterling was the main world currency. English has spread across all continents (*Lebedev, 2007*). It was in England back in 1660 that the Royal Society of London for Improving Natural Knowledge was created, an association of scientists engaged in applied research that exists to this day, which can be proven through experiments and experiments. It is no coincidence that the motto of the Society is the Latin phrase “nullius in verba”. In world science, the British were represented by many names. Scientists in English laboratories made a huge number of great scientific discoveries.

However, as the collapse of the British Empire and the transformation of Great Britain from a superpower into a wealthy, but far from the dominant country in the world, the very concept of “British scientists” acquired an ironic connotation. In post-imperial England, spending on science was sharply reduced, a very large number of scientists from the British Isles moved to the United States. Interestingly, the “brain drain” concept was first used to describe the emigration of scientists from the UK in the 1960s, when statisticians found that the annual number of emigrating scientists is equal to the annual graduates of all British universities. As a result, directly at home, English scientists began to deal with all sorts of minor topics. As a

result, the meme “British scientists” appeared to refer to scientists engaged in scientific research, which can be considered absurd.

France has experienced several national ideas. In the Middle Ages, France was considered “the eldest daughter of the Catholic Church”. Most of the participants in the Crusades came from France. Many prominent medieval philosophers, theologians, and popes of Rome were French by birth. During the 1789-1794 French Revolution, the national idea of France was the triad “Liberté, Égalité, Fraternité”. Administrative buildings in France are still decorated with this motto. President de Gaulle, having come to power in 1958, during a period of severe crisis and the collapse of the colonial empire, spoke of his program in the following way: “France has a global responsibility. This is my whole philosophy” (*Gaullle, 2003*). The goal of his reign was to restore the “greatness of France” through an independent foreign policy. In the words of de Gaulle, “France devoid of greatness ceases to be France” (*Gaullle, 2003*). However, the France of the century is an ordinary well-fed and self-satisfied country in which 45% of the population is non-French, devoid of a national idea and historical prospects.

According to A. Blok, in Germany, the “gloomy German genius” was expressed in the “Song of the Germans”, better known by the first line – “Germany, Germany is above everything / above everything in the world” (“Deutschland, Deutschland über alles, über alles in der Welt”). Germany, having overestimated its strength, twice in the 20<sup>th</sup> century tried to become “above everything in the world”, to conquer the whole world. In both cases, the result was a complete military rout. One must pay tribute to the German national qualities – discipline, diligence, organisation, striving for education, and respect for scientists. Thanks to these qualities, the Germans managed to raise their country from the ruins after 1945. In the future, Germany managed to overcome the split, uniting into one state. However, now Germany does not have any inspiring idea, and it cannot offer any idea to the world. Thank God, they do not want to fight anymore. Even in the German military units in Afghanistan, most soldiers are Albanian mercenaries from Kosovo. Germany no longer thinks about “living space” in the East, as it itself is slowly turning into a living space for hundreds of thousands of immigrants and refugees from all over the world (*Lebedeva, 2016*).

In the United States, due to the historical development of the country, the “American Exceptionalism” concept has become widespread. From the point of view of many Americans, their country is superior to all other peoples and countries due to financial, military and cultural power. The belief in its superiority over all countries and peoples has become an integral part of the American identity. The life ideals of US citizens have been called the “American Dream”. Americans have a very high opinion of the role of their country in the world – America is a “Shining City on a Hill”, proudly towering over suffering humanity President R. Reagan (1981-1989) in one of his speeches even called America “the last and best hope of mankind”. Few Americans questioned this categorical statement. In addition to their stable political institutions and constitutions that have not changed for over 200 years, for Americans, a pride source is also the impact on the world of popular culture. It is no coincidence that American national heroes, for the most part, have become characters created in Hollywood. The Americans are also proud of their scientific and technological achievements (it is no coincidence that the United States reacted so painfully to the Soviet satellite). However, as the “melting pot” that mixed immigrants from different countries into one nation stopped working, and

multiculturalism replaced it (a policy aimed at preserving and developing cultural differences in a single country and in the world as a whole), the nation became fall apart. As a result, American society has become a collection of minorities – racial, ethnic, confessional, and so on. sexual inclusive. After that, only a single citizenship and economic system (“the patriotism of the dollar”) began to unite Americans. The display of patriotism in the United States often comes down to such beautiful symbolic acts as the permanent display of the Stars and Stripes and the singing of the national anthem. These activities have become so ritualistic that they increasingly resemble the routine of religious worship. All this is quite suitable for a country founded by immigrants who often did not know English and the history of the United States, but by constantly flying the flag they showed that they are real Americans (*Lebedeva, 2016*).

In the past, Russian people have never liked to express patriotic feelings with arrogant words about the greatness of the country, theatrical gestures such as raising flags and constantly singing the anthem. The great Russian teacher Vasily Sukhomlinsky wrote: “Patriotism is the most bashful and delicate feeling. Take care of the holy words, do not shout about love for the Motherland at all crossroads. It is better to work silently for the sake of her good and power. (*Pushkareva, 2012*).

The Russian national idea began to take shape during the period of overcoming the Horde yoke and the formation of a centralized Moscow state in the 15<sup>th</sup> century. This time coincided with the death of Byzantium. The fall of Byzantium in 1453 produced a huge shock for the then Russian people. Russia remained the only independent Orthodox country in the world. All other Orthodox countries were dominated by “Latins” (Catholics) and “Hagarians” (Muslims). The awareness of their country as the last stronghold of Orthodoxy in the world left an indelible imprint on the thought and deeds of all Russian people of that era. At the same time, the very rise of the Moscow kingdom, from the point of view of the people of that era, became possible precisely thanks to firmness in religious matters. Moscow has now replaced both the old Rome, in which the popes placed themselves above the whole Church, and the receding Constantinople. The learned monk from Pskov Philotheus wrote about 1510 in his letters to Vasily III: “... As if the whole Christian kingdom had come to the end and descended into the one kingdom of our sovereign, according to the prophetic books, that is, the Roman kingdom. Two ubo Romes fell, and the third stands, and the fourth will not be” (*Gutsulyak, 2015*).

As one can see, “Holy Rus” and “Third Rome” are the basic concepts of the Russian national idea in the 15-17<sup>th</sup> centuries, up to the Petrine era. It should note that England has the epithet “Old Marry England”, France is “La belle France”, and Italy is called “Dolce Italia”. Rus was Holy. This denotes the most important moral and ethical ideal for a Russian person, which must be striven for. The ideal promises neither the comforts of life, nor bright beauty, nor sweetness. And of course, the very concept of “Holy Rus” did not mean that Rus should be “above everything”. Therefore, the ideal of Holy Rus was, not to bring some great truth to other peoples, but to save it ourselves. (*Lebedeva, 2016*).

## 7.

What is the relation of the metaphysical concepts of “folk spirit” and “national idea” to science and culture? They are most directly related. In fact, the reality is the national character of each people, but it has an impact on the national style of philosophising and artistic creativity.

The national cultural code is already laid down in the collective consciousness and even the subconscious of the nation. Was it by chance that the rough, clear outlines of the helmets of the German knights of the Teutonic Order were so similar to the outlines of the German tank turrets of World War II?

The national idea inspires deeds, great or small, noble or vile; character determines the characteristics of scientific thought. Along with individual philosophising, there is also a national version of philosophising, which completely coincides with the national style of scientific thinking. Indeed, although philosophy makes extensive use of abstractions, it nevertheless has a pronounced “national face”. And philosophy also remains national, even if the philosopher tries to be “above” the problems of his country and people, e.g., when he speaks about the problems of cognition or the natural science concepts. Already by the way he speaks, one can understand what creative heritage one relies on, what philosophical tradition he belongs to. In essence, the origin of the philosopher can be determined by the nature of the presentation of philosophical thoughts.

The ancient Romans were quite practical people. Roman philosophy was only interested in such topics as the state, the citizen, the best state system. It was in Rome that law was created, which in its main features underlies all modern legal systems. However, in art, the Romans borrowed Greek designs. Note that most of the monuments of Greek sculpture that have come down to our time are Roman copies. However, the Romans masterfully developed the Greek cultural heritage they inherited. On an imperial scale, the Romans built roads, bridges, aqueducts, many of which still function to his day. It is interesting that much of what is considered the achievements of modern civilization in the field of comfort was known to the Romans. Already a friend of Emperor Augustus, the famous patron of the arts, Gaius Cynlius Maecenas built in Rome a bath with artificially heated water. The Roman state was a complete welfare society, and with a mass culture.

Spain has brought to the world a great variety of works of art. Actually, the novel in its classical literary form was created in Spain. Spain had a huge impact on the development of theatrical art. Spanish painting, architecture, and music have always been successful. Spanish philosophy also enjoyed enormous influence. The names of José Ortega y Gasset, Miguel de Unamuno, Javier Subiri are among the most prominent thinkers in Europe. However, in science and technologies, Spanish names are almost absent. And the reason is precisely in the peculiarities of the national spirit. Science and industry have traditionally been underestimated in Spain. The warrior and priest have always been considered higher than the scholars. At the same time, in Spain and Latin America, scientists (Los Científicos) meant in general all people of intellectual professions. As a result, in the Catholic conservative country with strong aristocratic prejudices, of which Don Quixote is a symbol, the dull bourgeois accumulation of money and experimentation was despised. The outstanding philosopher Miguel de Unamuno expressed the attitude of the Spaniards towards science in this way: “Yes, let them [other peoples of Europe] invent” (¡Que inventen ellos!). And in our time, spending on science in Spain is five times less than the European average.

The same qualities are inherent in the Latin American peoples, who also created great national cultures, but are completely invisible in science.

British philosophy and science have their own features. Even in the Middle Ages, the originality of English thought was determined: an emphasis on theories of knowledge and dislike for abstract theories. It is no coincidence that it was the Englishman William of Ockham who, back in the 14<sup>th</sup> century, expressed the famous rule, which is still called “Occam’s Razor”: “Entities should not be multiplied beyond necessity.” In 16th-century England, Francis Bacon pioneered philosophical empiricism and proclaimed practice to be the criterion of truth. It is no coincidence that British scientists are especially famous in natural and technical sciences. It is also significant that it was England that became the birthplace of classical economics. The social and political problems of the country led British thinkers to the development of the Theory of the Social Contract – a theory that was not at all revolutionary in nature and aimed at resolving the problems of society and the state through mutual compromises in England. It is significant that it was in England that Thomas More wrote *Utopia*, the first work on a classless society. However, in England they never tried to create a new society on the basis of a predetermined speculative theory. Competition, struggle for existence, natural class inequality while striving to smooth out contradictions within the existing system – these philosophical postulates had a huge impact on all British thought. It is no coincidence that the Russian philosopher N. Ya. Danilevsky noticed that the Theory of Darwinism could have arisen only in England ([Lebedev, 2013](#)).

Among the individual traits of an English scientist, one can highlight that he is almost always a gentleman for whom science is just a hobby. It is no coincidence that British scientists were famous for their dislike of theory, preferring to work in laboratories.

French scientists also made a huge contribution to the exact, natural and technical sciences. Note that the very word “engineer” came to us from the French language, in which this word “ingénieur” is the same root as the word “genius” (génie). French philosophers have always been interested in the problems of man and society, and it is no coincidence that so many trends in art and political theories came from France. French philosophers do not hide their political predilections (engagement) and often speak on a wide variety of political and cultural issues. The popularity of many French philosophers is often explained by their engagement, and only then by their philosophical works. French scientists have also always been bold in their judgments. At the same time, French scientists were not always distinguished by the pedantry that is so characteristic of German scientists, which sometimes led to the loss of primacy by the French in their own scientific schools. Finally, French scientists, like philosophers, were also politically engaged. This, by the way, leads not only many scientists to the ranks of members of various parties. It is known that the geographer Jacques Elise-Reclus was an anarchist, the physicists Paul Langevin and Frederic Joliot-Curie were members of the French Communist Party. Political activity brought many scientists problems. So, in 1793, during the French Revolution, the famous astronomer was executed, and the first elected mayor of Paris, Jean-Sylvain Bailly, in the next 1794, the physicist Antoine Lavoisier was executed on the guillotine. The judge who sentenced him to death said: “The Republic does not need scientists” ([Chernyak, 1989](#)). In 1961, Jean Bastien-Thierry, one of the creators of French rocket technology, was shot for participating in the assassination attempt on President de Gaulle. Similarly, political engagement was shown by figures of French culture. The outstanding poets Louis Aragon and Paul Eluard, the artist Pablo Picasso were communists. However, the great writers Louis-

Ferdinand Celine and Pierre Drieux la Rochelle were politically fascists and collaborated with the German occupiers during World War II.

Germany since the Middle Ages, from the epoch of creating tower clocks and gunpowder, has been the engine of European science. Among the main features of German science, which allowed it to occupy a leading position in the world for several centuries, one can highlight a special attitude towards work, science and education. This is largely a legacy of the spread of the Lutheran religion. For Lutherans, work is not at all the fulfillment of an obligation, not the earning of money, but a vocation (beruf), the fulfillment of a religious duty. True, in fairness it should be noted that the German attitude to work includes the qualitative implementation of all, including the most criminal orders of the authorities. The German scientific style, like philosophy, is also thorough, pedantic and profound. German scientists have always gravitated towards pure science, which, given their national character and adherence to “order” (Ordnung) in everything, has led to significant advances in the fundamental sciences. True, the desire for abstract theories often led scientists to the fact that they were ready to serve science under any government and in any country, if they were not prevented from working. In Germany, as early as the 13<sup>th</sup> century, tower clocks were created, and around 1445, Johannes Gutenberg created movable type printing. The period from the mid-19<sup>th</sup> to the mid-20<sup>th</sup> centuries was the German epoch in science generally. Most of the scientific theories and technical discoveries that have changed the life of mankind over the past century and a half came from Germany. In this country there was a very favorable atmosphere for doing science. There were universities with a solid centuries-old history, which developed their own scientific schools. The prestige of a scientist has always been on top.

German philosophy, represented by a wonderful constellation of names, is also distinguished by its thoroughness, the desire to cover all aspects of being with thought, and heaviness. German philosophers made several grandiose revolutions in the sphere of human thought, affecting literally all aspects of the existence of nature and man. Kant, Hegel, Marx, Nietzsche were neither rulers of peoples nor generals, but they changed the life of all mankind. Another thing is that it was precisely the desire for grandiose theoretical systems that led German philosophy to periodic crises, when it discovered that not all problems had been solved at all. In addition, the ideological heritage of any thinker can always be interpreted in different ways, as a result of which, when studying German philosophy, difficulties always arise in interpreting various provisions and definitions.

In the United States, the national mentality was reflected in science and art especially brightly. On the one hand, America, as a young country, not burdened by old traditions, was initially open to the creation of all sorts of innovations. At the same time, the practicality of the Americans also led to the fact that they gave the world a lot of things of practical value, be it a Colt revolver, a Whitney cotton gin, an Elias Howe sewing machine, a Maxim machine gun. Finally, the Americans have always been distinguished by their ability to quickly assess the practical impact of an invention. So, the typewriter and the car were created in Europe, but only in the USA Christopher Sholes made the typewriter mass, and Henry Ford turned the car from a toy of the rich into a mass mode of transport. The personal computer was created in the USSR, i.e., the Soviet inventor A.A. Gorokhov received a patent for a personal computer back in 1968, but in the USA, it was Steve Jobs who was recognised as the founder of the era of

communication technologies. At the same time, neither the personal computer itself, nor the graphical interface, nor the computer mouse were created by Jobs. However, along with his companion Stephen Wozniak, he created a successful, simple and user-friendly version of the personal computer. Not only in business, but also in general when spreading an innovation, simplicity, convenience and accessibility are sometimes more important than the invention itself.

And yet, it was precisely the emphasis on the practical benefits of the invention that repeatedly led the United States to the fact that the fundamental sciences in this country were never held in high esteem, and they were mainly engaged in by immigrant scientists. In the United States, it has traditionally been common to treat scientists as funny eccentrics. There was even the word “egghead” (egghead), denoting a distracted wise guy cut off from the real world. In the 1940s and 1950s, a militant anti-intellectual atmosphere dominated the wealthy United States. Scientists, especially if their discoveries did not promise immediate profit, were subjected not only to ridicule, but also to accusations that their unnecessary research and experiments cost the country too much literally, in dollars. Finally, it must be considered that those times were McCarthyism epoch, i.e., the fight against “anti-American activities”, which could include literally everything that did not fit into generally accepted standards of behaviour.

In the American system of higher education, there has always been a very sharp disparity between the universities for the elite, where Nobel laureates teach and all the conditions for studying, and the many schools for the “ordinary” ones, whose curricula do not differ much from those of secondary schools. In addition, very numerous educational institutions for various ethnic, racial and confessional minorities had and have their own specifics in the United States.

The anti-intellectual atmosphere of the American hinterland with low spending on science and education led to lower requirements for applicants and gave many indulgences during their studies, as a result, sometimes university graduates could write their own name with spelling errors.

On the other hand, a very specific type of “science” like “Hamburgelology” was created, the teaching of which took place in specialised “universities” like Hamburger University. Actually, these “universities” as corporate training centers for the restaurant business exist to this day. Hamburger University programmes are recognised as institutions of higher and secondary education in the US and the UK. University departments are open in Tokyo, London, Sydney, Illinois, Munich, Sao Paulo, and Shanghai. Students receive education in various specialties in the field of restaurant business management to work as restaurant directors, as well as middle and senior managers in the company (*The “Hamburger University” ...*, 2018). However, it should agree, nevertheless, given the importance of training specialists in public catering, it would be too bold to call their training a university course, and “hamburghology” a science.

An event that literally overnight changed the attitude of the American elite to the problems of national education was the launch of the Soviet satellite on October 4, 1957 (*Malkov et al., 1987*). The fact that the Russians were the first to explore space 12 years after World War II was perceived in the US ruling circles as a direct consequence of the lag in education (*Malkov et al., 1987*). Already on September 2, 1958, a special federal law was adopted, which directly declared higher education to be the most important source of growth in the country’s military-technical potential. This law initiated large-scale regular funding of higher education by the federal government (*Malkov et al., 1987*). After Gagarin’s flight to the United States, for the first

time in history, they were forced to admit the weakness of their education system in comparison with a foreign one, in this case the Soviet one. In the respectable American magazine “Time” in the issue of November 17, 1961, a panic article “What Ivan Knows That Johnny Does Not” appeared. In this article, the author, Professor A. Trace found that 45% of Soviet seventh-graders who study English know English literature much better than their American peers. He elaborated on the serious teaching of history in Russia (*Trace, 1961*). The American elite has concluded, and the level of funding for education in the United States has skyrocketed. It should note that even today Americans have a reputation as the most uneducated people among the peoples of developed countries. In the United States, according to Gallup polls, about a third believe that it is possible to influence the material world with the help of thought, about 40% of Americans believe in ghosts, and 20% believe that in principle it is possible to talk with the dead. (*Why do people..., 2016*).

Basically, in the USA, the attitude towards science achievements reduces to the words: “show how this thing works, and you do not have to explain why it works”. In the United States, they are used to the fact that if a fundamental problem arises, then you can always hire scientists abroad. Hence the attitude to the scientist. If a German scientist is a professor, a French one is a politically active figure, an English one is a gentleman, then an American scientist is a businessman producing a special kind of goods (*Lebedev, 2014*). For American leaders, the attitude towards scientific activity remains pragmatic. So, after USSR collapse, the Americans, having decided that the Russians were finished, and other countries could not resist America, curtailed space research and many promising developments. The appearance in Russia at the beginning of the 21<sup>st</sup> century of hypersonic aircraft and weapons systems that have no analogues in the United States caused a panic in the West comparable to the appearance of the Soviet satellite and the beginning of space flights.

In the arts, Americans have become masters of the application of various technical innovations. It is known that Mark Twain wrote his novel “The Adventures of Huckleberry Finn” on a typewriter. Americans immediately appreciated the importance of cinema, which resulted in the emergence of Hollywood. This refers not only to a specific area of Los Angeles, but also the general name of the entire American entertainment industry. By the way, in terms of the number of employees, Hollywood is one of the largest employers in the United States. Americans often say (some with admiration, some with indignation) that America was created by Hollywood. The heroes created by Hollywood have long been perceived both in the United States and in the world as “their” national heroes. To a large extent, Hollywood characters define American national identity.

## 8.

Is there a special Russian scientific style and culture of scientific activity? The outstanding Russian physiologist Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936), already at a respectable age, in 1918, delivered a series of lectures entitled “On the Russian Mind”. Over the next century, no such studies and comments appeared. It must be admitted that most of the strengths and weaknesses of the “Russian mind”, i.e., the Russian national characteristics of scientific and cultural activity, noticed by the great scientist, have hardly changed since that distant time.



Pavlov noted, “What is the Russian mind to be seen in?”. Firstly, the scientific Russian mind, participating in the development of Russian science... This mind is to some extent a greenhouse, working in a special environment... This mind is a partial mind, relating to a very small part people, and it could not characterise the entire national mind as a whole... Therefore, it seems to me that I am right if I do not consider the scientific mind in the future. However, then what kind of mind shall I engage in? Obviously, the mass, common life mind that determines the fate of the people... what is worth talking about and characterising, what matters, determining the essence of the future, this, of course, is the mind of the intelligentsia. And its characterisation is interesting, its properties are important” (*Pavlov, 2014*).

Further, I.P. Pavlov noted, “The first property of the mind that I established is the extreme concentration of thought, the desire of thought to think relentlessly, to keep on the issue that is scheduled for resolution, to hold on for days, weeks, months, years, and otherwise, for the rest of your life. How is the Russian mind in this respect? It seems to me that we are not inclined towards concentration, we do not like it, we even have a negative attitude towards it...” (*Pavlov, 2014*).

As proof of this characterisation, which is not very flattering for a domestic scientist, I. P. Pavlov noted: “Let us take our disputes. They are characterised by extreme vagueness; we very soon depart from the main theme. This is our feature ... A topic is put up for discussion, and at first, usually and due to the fact that the task is difficult, there are no hunters to talk. However, now one voice comes forward, and after that everyone already wants to talk, to talk without any sense, without thinking carefully about the topic, without clarifying for themselves whether this complicates the solution of the issue or speeds it up. There are endless lines that take up more time than the main subject, and our conversations snowball. And, in the end, instead of a solution, the issue becomes confusing...” (*Pavlov, 2014*).

From this, I.P. Pavlov made the following conclusion, “Obviously, our recommending features are not concentration, but onslaught, speed, raid. This, obviously, is what we consider a sign of talent; painstaking and perseverance for us do not fit well with the idea of talent. Meanwhile, for a real mind, this thoughtfulness, stopping at one subject is a normal thing...” (*Pavlov, 2014*).

I.P. Pavlov said with regret, “The Russian mind is not tied to facts. He loves words more and operates with them... Russian thought does not at all apply the criticism of the method, i.e., does not at all check the meaning of words, does not go behind the scenes of the word, does not like to look at true reality ... We operate through general provisions, we do not want to know either the measure or the number (*Pavlov, 2014*).

In fairness, in his speech, I.P. Pavlov himself also demonstrated some features of the Russian mind – a tendency to self-criticism, bordering on self-flagellation. The result of such self-criticism is so characteristic not only for scientists, but also, first of all, for state policy in the field of science, the desire to follow the “world”, i.e., Western, experience. Following Western scientific trends has repeatedly led state leaders to underestimate Russia’s own geopolitical, socio-economic, cultural, historical and other interests.

An indicator of a certain indifference to one’s own scientific achievement can be the complete oblivion of many Russian scientific discoveries that remained unknown to historians. The names of folk craftsmen who “by eye” created complex engineering structures are

forgotten. For example, a lightning rod on the famous Nevyansk tower built in 1721-25 regularly served a quarter of a century before it was discovered by academic science in the world. Officially, the creation of a lightning rod dates back to 1752, when it was demonstrated to the public by the famous American scientist and politician B. Franklin. In 1801, Russian serf Yefim Artamonov created the world's first pedal bicycle, on which he traveled from Nizhny Tagil to Moscow. However, Artamonov remained almost unknown in Russia, and the Frenchmen Michaud and Magi are considered the creators of the bicycle, who coined the word "vélocipède" ("fast-footed") in 1869. In the 1830s, illiterate artisan I. F. Makarov realised the process of converting cast iron into steel for the first time in the world. However, Makarov was not appreciated, and the Englishman Henry Bessemer, patented his method in 1856, received fame as the creator of the steelmaking process. The Russian mathematician Nikolay Lobachevsky became famous only when Western mathematicians Helmholtz, Beltrami, Gauss, etc. paid attention to his works.

In fact, some features of the Russian scientific style demonstrate their effectiveness. For example, some impracticality and dreaminess, paradoxically, led to the fact that it was Russia that became the birthplace of aviation, and it was the Russian man who was the first to rise into space. Indeed, if the creators of aviation and space technology were primarily thinking about the profit that their inventions would personally bring to them, then we, at best, even now flew in somewhat improved balloons.

The list of scientific priorities of Russian scientists is very long. As the researcher of the history of science A. A. Petsko notes, "it is impossible to imagine a world without radio, television, semiconductors (and, consequently, without telephones, the Internet, tablets, computers, microwave ovens and hundreds of thousands of other devices), without liquid crystals (and, therefore, no displays), no tractors, no trams, no internal combustion engines (hence, no cars), no water engine (hence, no hydroelectric power plants), no nuclear, wind and solar power plants, no boreholes (hence, no almost no oil), no airplanes, no helicopters, no parachutes, no air navigation, no incandescent lamps, no arched bridges, no icebreakers, motor ships, metal tankers, no hydrofoils and hovercraft, no equation of rocket propulsion, no liquid-propellant engines (and consequently, without space, space communications, GPS navigators), without film and video editing (practically without cinema and again without television), without weather stations (and, consequently, without weather forecasts). The priority of these discoveries belongs to Russian scientists, but this is only a small part of Russian inventions." (*Petsko, 2012*).

Russia's contribution to world culture is enormous. Iconography, painting, music, literature, theatre, cinema – in all areas of art, people can always see a lot of Russian names (*Petsko, 2012*). And of course, Russian folk art, in which the soul of the people is manifested, has repeatedly conquered the world, and, we believe, will conquer it more than once.

So, what can be seen as a manifestation of the domestic scientific style? It should firstly note that the Russian scientist is a civil servant. It was for official purposes that our scientists were able to create the discoveries that the country needed at a given historical moment. Since Russia has repeatedly been subjected to aggression in history, the needs of defense were at the basis of all the scientific activity of the country. It should not think that only our peculiarity is manifested in this. The history of mankind is the history of wars, and scientific progress is always

initially realized in the military sphere. However, in Russia, with its vast territory, sparse population, and difficult geographical conditions, it is possible to overcome the enemy only with the mobilisation of all the country's capabilities, including the intellectual resource. At the same time, such issues as the cost and, moreover, the possible profit did not confront scientists. As much as the Motherland needs, so much we will give. That is why in Russia they created such unique types of weapons that can serve for many decades – the Mosin rifle or the Kalashnikov assault rifle. Of course, the protection systems created in Russia are also unique, e.g., Zelinsky's gas mask, created back in 1915, has been serving for more than a century and the world has not come up with a replacement for it. If necessary, Russian scientists and engineers could create not only with the highest efficiency, but also with extraordinary speed. One can give such an example. In the spring of 1943, the Soviet military command learned from intelligence that the Germans were planning an offensive with the widespread use of new Tiger tanks with especially powerful armor. Soviet anti-tank guns of 45 caliber were powerless against this armor. Then the scientists and engineers of the Soviet rear within two weeks designed and put into serial production new, more powerful guns of 76 caliber. It was a never-beaten record for rapid development and mass production of a technical product. When the German offensive on the Kursk Bulge began in the summer of 1943, the Tigers were already met by new guns that quickly turned the tanks into fires.

Similarly, in the shortest possible time, Soviet scientists created an atomic bomb. The United States still cannot believe that the Russians made the bomb in four years, spending several tens of times less money on its manufacture. Already in 1953, ahead of the Americans by a year, the USSR tested a hydrogen bomb. Satellites and spacecraft were originally considered solely as a means of delivering nuclear weapons. However, that is why our country is ahead of everyone in space and has not lost leadership so far.

Since most of the scientific problems solved by scientists in Russia are, to one degree or another, related to defense, many of the Russian scientific discoveries remained unknown in the country. Secrecy to the irrational use of intellectual capital (often in various scientific institutions of the country, scientific groups were engaged in solving the same problem, not suspecting anything about each other). The saddest circumstance of secrecy was that the priority of many scientific discoveries in our country was lost due to the fact that nothing was reported about the achievements of science, not only to the general public, but also to the scientific community itself. So, the world's first mobile phone (called "radiophone") was invented by Leonid Ivanovich Kupriyanovich in 1957. "Radiofon", weighing 500 grams, worked on the principle of modern cell phones. Within a radius of up to 30 kilometers, it was connected to the city telephone network on short waves, enabling its owner to talk with any subscriber who has a home telephone. Kupriyanovich's invention was not classified (scientific journals devoted articles to him), but did not arouse interest in the USSR in general. In the US, a similar phone appeared in 1973, 16 years later.

In 1959, for the first time, the idea of creating a prototype of the Internet was proposed to the Soviet government by Colonel Anatoly Ivanovich Kitov, a participant in the Great Patriotic War, a military scientist, who was the creator of the computer center of the Ministry of Defense, and also the author of a dissertation on rocket programming. Anatoly Kitov sent his analytical note to the government of the USSR, in which he proposed to create a unified social system in

the country that would unite the computer centers of the USSR into one whole. However, the then Soviet leader N.S. Khrushchev ignored the colonel's proposal. A decade later, in 1969, the ARPANET system was launched in the United States, uniting the computers of the US Department of Defense into a single network. However, the most remarkable quality of Russian scientists can be considered the fact that they, even without being in the public service, are distinguished by their awareness of their mission as a citizen of Russia for the most part. In the 1990s, in the conditions of the complete collapse of industry and a significant cessation of funding for science, many scientists continued to work. They could not receive salaries for months, because of the high cost of imported computers, they could do the most complex calculations with a pencil on paper, as they say, "on their knees".

In addition to the desire of Western campaigns to obtain trained scientific personnel from the former USSR, Western politicians were also going to eliminate the possibility of reviving Russian science (*Lebedev, 2017*). This explains the peculiarities of the policy of the Russian authorities of the times of Gorbachev and Yeltsin in relation to science and education on the advice of Western advisers. Soviet science was deliberately destroyed. The Soviet leadership itself stopped any development of nuclear programmes, closed the projects of the Buran space shuttle and the world's most powerful launch vehicle "Energia", and curtailed funding for many scientific programmes in the defense industry. At the same time, unbearable conditions were deliberately created for the normal functioning of science, when institutes and laboratories were closed, scientists did not receive salaries for months. However, the salaries themselves were simply mockingly minimal. At the same time, frankly hacky "universities" were opened in huge numbers, issuing diplomas, but not giving any knowledge. Militant anti-intellectualism and obscurantism dominated the media. Astrologers and sorcerers flooded the entire television. And at the same time there was propaganda of the structure of scientists in the West. Research workers who were not even paid enough to take the subway to work received tempting free offers in the mail to get a job at some Western firm. And not everyone could resist the temptation. Foreign companies and various foundations have won the right to select candidates from senior students of the country's leading universities. An extensive network of representative offices of foreign universities and corporations has been formed, busy recruiting both the best student youth and more capable specialists. Their activities were actively supported by Western states. There has been a real "transplantation" of a number of scientific schools to the West (*Lebedev, 2017*). According to UNESCO estimates, by the mid-1990s, Russia's losses from the brain drain exceeded \$30 billion. But the purchasing power of the dollar at that time was much higher. This includes spending on education and advanced training, lost profits, losses from a decrease in the level of scientific personnel, etc. The total damage to Russia from the "brain drain" amounted to more than one trillion dollars by the beginning of the 21<sup>st</sup> century, as calculated by the rector of the Russian New University, chairman of the Council of the Association of Non-State Universities of Russia Vladimir Zernov (*Mironin, 2007*). In addition to a direct move to Western countries, in the context of the development of electronic means of communication, there was also such a phenomenon as an internal brain drain. We are talking about such cases when a specialist lives in Russia, but works in Western or domestic companies on international grants. The loss of the state from this kind of "brain drain" in the zero years was 600-700 million dollars a year (*Mironin, 2007*). However, respectively, the same amount was

acquired by Western countries. Retiring, the President of the United States in 1989-2001. Bill Clinton, in his farewell speech, spoke proudly of the country's rapid economic recovery under his leadership. At the same time, he directly linked the successes of the United States with the mass arrival of scientists and intellectuals in general from the former USSR. (*Leskov & Komygina, 2004*).

Russian science pogrom was indeed impressive. In the 1960s, Russian-language scientific literature accounted for about 22% of all world scientific literature. At the same time, English-language scientific literature accounted for about 50%, and scientific literature published in all other languages accounted for about 28% (*Nalimov & Mulchenko, 1969*). And in 2002, as the great geophysicist V.N. Strakhov, Russian-language scientific literature accounted for only 3.75% of all scientific literature (*Strakhov, 2007*).

In general, thanks to the dedication of scientists and a number of statesmen, it was possible to prevent the complete collapse of science in Russia. With the advent of the new century, the situation improved. Here we are talking not only about increasing funding for the work of scientists, but also about the fact that government leaders understand the importance of scientific research in the country. When new weapon systems appeared in Russia that had no world analogues, e.g., hypersonic aircraft, the West reacted in the same way as they did to the first satellite. Firstly, they announced that it was impossible, then that it did not matter at all, then that it was their secrets that had been stolen from them, then they nevertheless recognised the Russian championship.

The creation of a vaccine against the covid-19 virus in Russia also provoked strong resistance in the West, because the interests of powerful pharmaceutical companies were threatened. And just like with hypersonics, the Russian vaccine is declared either untested, or ineffective, or even stolen from Western pharmaceutical companies (although in the case of our vaccine, the West had to apologise for the accusation of stealing trade secrets).

However, what are the reasons for the sad fact that great discoveries are made in Russia, but turn them into something concrete in other countries? Basically, the reasons lie in the large size of such a scientific and industrial corporation as the Russian Empire and the USSR. Large organisations often make better management decisions than small ones. However, precisely because of their size, large organisations spend incomparably more time making decisions and executing them. And often the right decision at the time of making can turn into a completely wrong one at the time of execution.

## Discussion

The evolution of the scientific world gives rise to many theories of the development of the science of the future. The confrontation between the West and the East in science is becoming more and more obvious. On the one hand, this can be a strong motivator for both parties in scientific development. On the other hand, it may develop new tensions and suspicions of Western science in the influence of the science of the East, e.g., Russia, India, and China, especially China. In this regard, in the future, more in-depth research is required in such areas as:

1. The problem of compatibility of science of the West and the East in solving common global problems, e.g., confronting viruses, overcoming hunger, the exploration of the Moon and Mars.
2. The problem of trust and efficiency in the creation of global joint scientific projects that will be aimed at creating an information digital community of earthlings.

### Conclusion

*Thus*, the crisis of world science is precisely the crisis of Western science. For many reasons, the countries of the modern West are in a state of gradual, but increasingly visible retreat from the leading positions in science and technology. Today, the countries of the global East are less and less dependent on Western technologies and are gradually beginning to come to the forefront in the world science of the post-Western world in the middle of the 21<sup>st</sup> century.



### References:

- Chernyak, E. (1989). Flame of Paris and its reflections. *Science and Life*, 8, 78-86. (In Russian)
- Gaulle, Ch. (2003). *Military memoirs*. [Trans. A.A. Anfilofyev and etc.]. Moscow: AST, Astrel. (In Russian)
- Gutsulyak, O. (July 17, 2015). Third Roman temptation. (In Russian) <https://proza.ru/2015/07/17/1222>
- Kokhanovsky, V. P., Zolotukhina, E. V., Leshkevich, T. G., & Fathi, T. B. (2003). *Philosophy for Graduate Students: Textbook* (2nd ed.). Rostov-on-Don: Phoenix. (In Russian)
- Lebedev, S. V. (July 18, 2006). Spanish version: 70 years ago, a national uprising began in Spain. (In Russian). [https://ruskline.ru/analitika/2006/07/18/ispanskij\\_variant](https://ruskline.ru/analitika/2006/07/18/ispanskij_variant)
- Lebedev, S. V. (July 27, 2007). Everything changes even in England, or Anthony Blair's political obituary. (In Russian). [https://ruskline.ru/analitika/2007/06/27/vse\\_menyaetsya\\_dazhe\\_v\\_anglii\\_ili\\_politicheskij\\_nekrolog\\_ntoni\\_ble\\_ru/](https://ruskline.ru/analitika/2007/06/27/vse_menyaetsya_dazhe_v_anglii_ili_politicheskij_nekrolog_ntoni_ble_ru/)
- Lebedev, S. V. (2013). *Philosophy and traditional applied art of Russia. Textbook for students of higher educational institutions studying in the direction of "Decorative and Applied Arts and Folk Crafts"*. St. Petersburg: High School of Folk Arts. (In Russian)
- Lebedev, S. V. (2014). *History and philosophy of science. Textbook for graduate students studying in the direction of scientific training 44.06.01 "Education and Pedagogical Sciences"*. St. Petersburg: High School of Folk Arts. (In Russian)
- Lebedev, S. V. (July 12, 2017). Emigration from Russia: Past and Present. (In Russian). [https://ruskline.ru/analitika/2017/07/13/emigraciya\\_iz\\_rossii/](https://ruskline.ru/analitika/2017/07/13/emigraciya_iz_rossii/)
- Lebedeva, G. N. (2016). Patriotism as a national idea. *20th Anniversary Readings at Tsarskoe Selo*, 1, 12-25. (In Russian)
- Leskov, S., & Konygina, N. (April 4, 2004). The return of brains is a single character. (In Russian). <http://www.inauka.ru/science/article40684.html>

- Major scientific discoveries have come to a halt – Nature. (January 5, 2023). Kommersant. (In Russian). <https://www.kommersant.uk/articles/krupnye-nauchnye-proryvy-ostanovilis-nature>
- Malkov, V. L. et al. (Eds.). (1987). *USA history. Volume 4: 1945-1980*. Moscow: Nauka. (In Russian)
- Mironin, S. (May 23, 2007). Russia's losses from the brain drain. (In Russian). [http://ruskline.ru/monitoring\\_smi/2007/05/23/poteri\\_rossii\\_ot\\_utechki\\_mozgov](http://ruskline.ru/monitoring_smi/2007/05/23/poteri_rossii_ot_utechki_mozgov)
- Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M. (1969). *Scientometrics. The study of the development of science as an information process*. Moscow: Nauka.
- Pavlov, I. I. (January 31, 2014). About the Russian mind. Lecture delivered in May 1918 in Petrograd. (In Russian). <http://www.hematology.ru/omni/news/2014/01/31/02.pdf>
- Petsko, A. A. (2012). *Great Russian achievements. World priorities of the Russian people*. Moscow: Institute of Russian Civilization. (In Russian)
- Pushkareva, I. A. (2012). Humanistic ideas in the system of patriotic education of V. A. Sukhomlinsky. *Theory of Education*, 4(4), 23-26. (In Russian)
- Ratay, T. W. (2017). *Spending on science in Russia and the leading countries of the world*. Moscow: Higher School of Economics, Institute for Statistical Research and Economics of Knowledge. (In Russian)
- Satire 10. (December 10, 2007). Juvenal. Satires. Book 4. (In Russian). <http://ancientrome.ru/antlitr/juvenal/juvenal10.html>
- Sklyarenko, V. M. (n.d.). Max Planck. (In Russian) <https://history.wikireading.ru/176851>
- Strakhov, V. N. (May 12, 2007). Laws must be followed! Our Time, № 42(216). (In Russian.) <https://gazetanv.ru/archive/2007/42/765/>
- Surguladze, V. Sh. (2018). The “creative class” concept by Richard Florida. *Issues of National Strategy*, 6(51), 202-210. (In Russian)
- The “Hamburger University” will appear in Moscow. (October 9, 2018). (In Russian). [https://news.rambler.ru/moscow\\_city/40993998/?utm\\_content=rnews&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink](https://news.rambler.ru/moscow_city/40993998/?utm_content=rnews&utm_medium=read_more&utm_source=copylink)
- Trace, A. (November 17, 1961). What is Ivan reading? Editorial. Times. (In Russian). <https://inosmi.ru/archive2015/20080429/241068.html>
- Why do people believe in the supernatural? (October 31, 2016). (In Russian). <https://www.bbc.com/russian/features-37828393>





## For citations:

Belanova, K. (2023). Business environment of SMEs in the Slovak Republic in the context of evaluation of international and domestic institutions. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 7-15. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development.

Batrak, O. V. (2023). Assessing the systemic risk of a country's financial sector. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 16-32. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

Druzhynska, N. S. (2023). Problems of implementation in Ukraine of the report on payments in favour of the state in the context of ensuring transparency of forestry activities and priorities of sustainable development. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 33-40. Ostrava: Tuculart Edition, European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

Semykina, M. V. (2023). Employment transformation in the context of digitalisation of the economy and Ukraine's movement to the European Union. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 41-55. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

Buychik, A., & Komissarov, P. V. (2023). Hypernormal distribution theory: Analysis of the set of extreme random variables models. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 56-81. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development.

Zakharov, A. V. (2023). Influence of the composition of the flux, type and polarity of the current on the efficiency of electrochemical processes in the electroslog system. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 82-89. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

Solovei, H. M. (2023). Innovative technologies for preserving printed publications. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 90-99. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

Bunke, O. S. (2023). Methods of applying neural network algorithms in forecasting of energy consumption level at systems of automated electricity distribution. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 100-108. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

Lebedev, S. V. (2023). Year of futurism: Who and how will move the science of the future. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 24, 109-133. Ostrava: Tuculart Edition & European Institute for Innovation Development.



# European Scientific e-Journal

EU, Czech Republic, Ostrava

Publishers  
Tuculart s.r.o.  
European Institute for Innovation Development

Right to conduct publication activities  
IČ: 14207052

Date of Issue  
March 31, 2023





**EUROPEAN SCIENTIFIC e-JOURNAL**

ISSN 2695-0243

ISBN 978-80-88474-17-3

DOI 10.47451/col-024-2023

