

**EDUCATION AND SCIENCE
IN THE PERIOD OF GLOBAL
CRISES AND CONFLICTS
IN THE 21st CENTURY**



COLLECTIVE MONOGRAPH

**EDUCATION AND SCIENCE
IN THE PERIOD OF GLOBAL
CRISES AND CONFLICTS
IN THE 21st CENTURY**

Compiled by
VIKTOR SHPAK

Chairman of the Editorial Board
STANISLAV TABACHNIKOV

GS PUBLISHING SERVICES
SHERMAN OAKS
2023

The collective monograph is a scientific and practical publication that contains scientific articles by doctors and candidates of sciences, doctors of philosophy and art, graduate students, students, researchers and practitioners from European and other countries. The articles contain research that reflects current processes and trends in world science.

Text Copyright © 2023 by the Publisher «GS Publishing Services» and authors.

Illustrations © 2023 by the Publisher «GS Publishing Services» and authors.

Cover design: Publisher «GS Publishing Services» ©

Authors: Liliia Avdieieva, Oleksandr Balko, Olen Balko, Kostiantyn Bakaievych, Yana Bakaievych, Olha Biliaieva, Svitlana Bobrovnyk, Victor Borodii, Alla Cherep, Oleksandr Cherep, Oksana Drevitska, Nataliia Dub, Ivan Dudar, Yaroslav Dudar, Pavel Glukhovskiy, Grygoriy Griban, Valentyna Groza, Iryna Hnatyshena, Mykhailo Humeniuk, Serhii Ihnatovych, Tetiana Illarionova, Eduard Ivashkevych, Ernest Ivashkevych, Ivan Karol, Yevhen Kharchenko, Iryna Kochetkova, Ihor Kolomak, Hanna Korpita, Yurii Kryvko, Vadym Kryzhevskiy, Volodymyr Kulish, Serhii Kulynych, Olena Kyrychko, Olena Litovchenko, Olha Liubitseva, Valentyna Moiseienko, Nataliia Mykhalchuk, Alexander Nabochuk, Vitalina Nikitenko, Oleksandr Paienok, Oksana Petrenko, Yaroslava Pushkarova, Serhii Puzik, Olha Reshetniak, Tetiana Reva, Andrii Savchenko, Iryna Shevchuk, Anatolii Shostia, Bogdan Shuvar, Ivan Shuvar, Roman Shyrshov, Oleksii Skitsko, Olena Titarenko, Pavlo Tkachenko, Vira Tymoshenko, Serhii Varych, Ganna Vasylyeva, Valerii Voitsekhovskiy, Valentyna Voronkova, Olena Welchinska, Oleksandr Yakushenko, Sviatoslav Yutskevych, Galina Zaitseva, Maksym Zakiiev, Vadym Zakiiev, Oleksandr Zaporozhets, Ihor Zavorodnii, Liudmyla Zhuravlova.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, or stored in a database or search engine without the prior written permission of the publisher. The authors are responsible for the content and reliability of their articles. Citation or other use of the monograph is possible only with reference to the publication.

Publisher «GS Publishing Services»
15137 Magnolia Blvd, # D,
Sherman Oaks, CA 91403, USA.

ISBN 979-8-9895146-0-1

DOI : 10.51587/9798-9895-14601-2023-016

Scientific editors-reviewers: S. Bobrovnyk, Yu. Bondar, A. Cherep,
P. Glukhovskiy, P.Hovorov, Yu. Kuznetsov, V. Lazurenko ,
V. Moiseienko, L. Omelianchyk, R. Protsiuk, Zh.Virna.

The monograph is recommended for publication by the Presidium of
the National Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine

**Education and science in the period of global crises and conflicts in the 21st century :
collective monograph** / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov.
Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. 331 p.

Available at: DOI : 10.51587/9798-9895-14601-2023-016

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

Ivan DUDAR, Ivan SHUVAR, Hanna KORPITA, Yaroslav DUDAR, Bogdan SHUVAR	FORMATION OF PRODUCTIVITY AND EFFECTIVE USE OF HERBAL MIXTURES OF PERENNIAL GRASSES IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE	7
---	---	---

CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

Pavel V. GLUKHOVSKIY	CHEMISTRY QUANTITATIVE ANALYSIS COURSE: IMPACT OF THE COURSE ORGANIZATION ON STUDENTS' PERFORMANCE	17
----------------------	---	----

EARTH SCIENCES

ЛЮБИЦЕВА Ольга, КОЧЕТКОВА Ірина	ГЕОГРАФІЯ КУЛЬТУРИ В СТРУКТУРІ ГЕОГРАФІЧНОГО ЗНАННЯ В УКРАЇНІ	25
Ivan SHUVAR, Hanna KORPITA, Ivan DUDAR, Bogdan SHUVAR	MONITORING AND EFFECTIVE CONTROL OF THE NUMBER OF <i>ASCLEPIAS SYRIACA L.</i> IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE	34

ECONOMIC SCIENCES

ЧЕРЕП Алла, ВОРОНКОВА Валентина, ЧЕРЕП Олександр, НІКІТЕНКО Віталіна	ЗЕЛЕНА ЕКОНОМІКА, ЕКОНОМІКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ АБО НИЗЬКО- ВУГЛЕЦЕВА ЕКОНОМІКА ЯК МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ	40
ШЕВЧУК Ірина	МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУ- ВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ Й ВОЄННОГО ЧАСУ	63

HISTORICAL SCIENCES

ЖУРАВЛЬОВА Людмила	ТЕХНО-ДИПЛОМАТІЯ У ЗОВНІШНЬО-ПОЛІТИЧНОМУ КУРСІ США ЩОДО КИТАЮ ПРОТЯГОМ 2000-Х РР.: КОСМІЧНА ПЕРСПЕКТИВА	104
--------------------	---	-----

LINGUISTICS

ГНАТИШЕНА Ірина, ПЕТРЕНКО Оксана	ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ ТА НІМЕЦЬКОЇ МОВ НА ОСНОВІ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА ОНЛАЙН-РЕСУРСІВ	110
-------------------------------------	--	-----

MEDICINE

БІЛЯЄВА Ольга, КРИЖЕВСЬКИЙ Вадим, КАРОЛЬ Іван, ІЛЛАРІОНОВА Тетяна	КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПРОФІЛАКТИКИ РАНОВИХ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ УСКЛАДНЕНЬ У ХВОРИХ НА ПЕРИТОНІТ	119
Ganna VASYLYEVA	COMPREHENSIVE PSYCHOTHERAPEUTIC SUPPORT TO PATIENTS AND THEIR CAREGIVERS IN PALLIATIVE CARE	128
ВОЙЦЕХОВСЬКИЙ Валерій, АВДЄЄВА Лілія, БАЛКО Олександр, БАЛКО Олена	СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СПОРОУТВОРЮЮЧИХ БАКТЕРІЙ ВІД СПОРИ ДО ВЕГЕТАТИВНОЇ КЛІТИНИ	134
ДУБ Наталія, ПАЄНОК Олександр, КРИВКО Юрій	СУЧАСНА МЕДСЕСТРИНСЬКА ОСВІТА В УКРАЇНІ	152
ДРЕВІЦЬКА Оксана	ПСИХОЛОГІЯ ТА ПСИХІАТРІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОСТІ З ПОЗИЦІЙ КЛАСИЧНОЇ ГЕНЕТИКИ І ПСИХОГЕНЕТИКИ	156
ЗАВГОРОДНІЙ Ігор, ЛІТОВЧЕНКО Олена	СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ В УКРАЇНІ СЕРЕД МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ	162
МОЙСЕЄНКО Валентина	ЕТІОПАТОГЕНЕЗ ТА ЛІКУВАННЯ СИНДРОМУ ПОДРАЗНЕНОГО КИШЕЧНИКА	170

PEDAGOGICAL SCIENCES

Nataliia MYKHALCHUK, Yevhen KHARCHENKO, Eduard IVASHKEVYCH, Ernest IVASHKEVYCH, Alexander NABOCHUK	ON-LINE TEACHING IN THE PROCESS OF STUDYING AT SECONDARY SCHOOLS ACCORDING TO CONTEMPORARY REALITIES AND WAR SITUATION IN UKRAINE	174
--	---	-----

PHARMACY

Olena WELCHINSKA	SOME ASPECTS OF THE INTERACTION OF THE CHEMICAL STRUCTURE AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE MEDICINAL SUBSTANCE	196
Yaroslava PUSHKAROVA, Galina ZAITSEVA, Tetiana REVA	PECULIARITIES OF TEACHING THE ELECTIVE COURSE "BASICS OF CHEMICAL METROLOGY": THE DEPARTMENT'S EXPERIENCE	201

PHYSICAL AND TECHNICAL & MATHEMATICAL SCIENCES

КУЛІШ Володимир, РЕШЕТНЯК Сергій	СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПІНОВИХ ХВИЛЬ У НАНОТРУБЦІ ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗА НАЯВНОСТІ СПІН- ПОЛЯРИЗОВАНОГО СТРУМУ	213
-------------------------------------	--	-----

POLITICAL AND LEGAL SCIENCES

БОБРОВНИК Світлана	ЮРИДИЧНА НАУКА І ОСВІТА В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ	224
ВАРИЧ Ольга	МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ПРАВА НА ОСВІТУ В ПЕРІОД ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ ТА ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ	232

SOCIAL COMMUNICATIONS

БАКАЄВИЧ Костянтин	ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕДІЙНИХ СПІЛЬНОТ ПІД ЧАС ПОВНО- МАСШТАБНОЇ ВІЙНИ	239
БАКАЄВИЧ Яна	ІНФОГРАФІКА ЯК СПОСІБ ПОДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В НОВИНИХ ОНЛАЙН-МЕДІА ПІД ЧАС ПОВНО- МАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ	243

SOCIAL SCIENCES

Grygoriy GRIBAN, Pavlo TKACHENKO	IMPROVEMENT OF STRENGTH QUALITIES OF HIGHER EDUCATION SEEKERS BY THE MEANS OF KETTLE- BELL SPORTS AND CORRESPONDING EXERCISES	247
САВЧЕНКО Андрій	ПРОТИДІЯ КОРУПЦІЙНИМ КРИМІ- НАЛЬНИМ ПРАВОПОРУШЕННЯМ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ОРГАНАМИ ДЕРЖАВНОГО БЮРО РОЗСЛІДУВАНЬ	269
ТИМОШЕНКО Віра	РОЛЬ ПРАВА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СВОБОДИ ОСОБИСТОСТІ	279

TECHNICAL SCIENCES

ГУМЕНЮК Михайло	ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРАВОВУ СИСТЕМУ	288
ЗАКІСВ Вадим, ЯКУШЕНКО Олександр, ЮЦКЕВИЧ Святослав, ІГНАТОВИЧ Сергій, ЗАКІСВ Максим	ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО БЕЗКОНТАКТНОГО 3D ПРОФІЛОМЕТРУ	294
Serhii PUZIK, Valentyna GROZA, Victor BORODII, Oleksandr ZAPOROZHETS	CALCULATION METHOD OF THE INERTIAL TYPE CLEANER FOR ALTERNATIVE FUELS	311
СКІЦЬКО Олексій	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ	317
ШИРШОВ Роман	ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ДЕРЖАВНА БЕЗПЕКА: РИЗИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ	322

VETERINARY MEDICINE

КИРИЧКО Олена, КУЛИНИЧ Сергій, ШОСТЯ Анатолій, ТІТАРЕНКО Олена, КОЛОМАК Ігор	БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЛАГОПО- ЛУЧЧЯ ТВАРИН В ОСВІТІ ТА НАУЦІ У ПЕРІОД СУЧАСНИХ ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ ТА КОНФЛІКТІВ	327
--	--	-----

**Ivan DUDAR,**

Candidate of Agricultural Sciences, Department of Animal Husbandry and Feed Production
Lviv National Environmental University
ORCID ID: 0000-0002-4467-9946

Ivan SHUVAR,

Doctor of Agricultural Sciences, Department of Plant Technology, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Academician of the National Academy of Higher Education Sciences of Ukraine
Lviv National Environmental University
ORCID ID: 0000-0002-4149-1761

Hanna KORPITA,

Candidate of Agricultural Sciences, Department of Genetics, Selection and Plant Protection,
Lviv National Environmental University
ORCID ID: 0000-0002-0908-0129

Yaroslav DUDAR,

postgraduate
Lviv National Environmental University
ORCID ID: 0000-0002-5828-6895

Bogdan SHUVAR,

Candidate of Economic Sciences, Department of Entrepreneurship and Trade
Lviv National Environmental University
ORCID ID: 0000-0003-4722-8929

FORMATION OF PRODUCTIVITY AND EFFECTIVE USE OF HERBAL MIXTURES OF PERENNIAL GRASSES IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Supplying humanity with food products is the most important problem of the 21st century and is an important policy priority of any state and an object of scientific research. Solving the food problem and saving the planet are two key tasks of modern agriculture. However, over the past decades, the volume of production of livestock products in Ukraine has significantly decreased, due to

insufficient production of high-quality fodder, which affects the decrease in the efficiency of the livestock industry.

The geopolitical position of Ukraine makes it not only an integral part of the European and Euro-Atlantic security systems, but also an important energy and logistics hub in the region, sharing the global responsibility for the implementation of the food security strategy¹.

Throughout the entire period of its independent development, Ukraine was in a state of food security. However, the military actions of Russia and the destruction caused by them in the sphere of production, storage and sale of agricultural products, supply of critical resources of agricultural production worsen the food security of the country's population.

The leading place in the intensive management of animal husbandry is occupied by the production of feed balanced in terms of protein and amino acid composition. The current level of their production in the western region of Ukraine lags far behind the need for it in the livestock industry.

Under the conditions of the formation of market relations, there is an urgent need to create cultural hayfields as a source of highly nutritious and cheapest fodder for livestock and to increase their area due to the reduction of excessive soil plowing².

The selection of high-yield components for grass mixtures with valuable forage properties and the use of the optimal level of mineral fertilizer are the main means of increasing and stabilizing the productivity of haymakers. Inadequate study of the specified problem determined the choice of the topic of scientific research.

Leading scientists in Ukraine and abroad emphasize the importance of fodder perennial grasses for the development of animal husbandry, which are used for green fodder, hay, silage, grass flour and for ensiling. They are an important source of increased protein production. Fodder grasses are a source of green fodder from early spring to late autumn, and also have an important agronomic value – they leave more than 100 kg of nitrogen per 1 ha in the soil as a result of its biological fixation from the air by nodule bacteria.

A number of experiments have established that in order to create highly productive fodder lands, it is necessary to select a grass mixture of perennial grasses

1 Dudar I., Shuvar I., Korpit H., Balkovskiy V., Shuvar B., Shuvar A., Kropyvnytskyi R. «The Effect of Tillage Method on the Nutrient Regime of Soil during the Growing of *Trifolium pratense*» *Acta Technologica Agriculturae*, vol. 26, no. 1, 2023, pp. 29–35.

2 Nikolaychuk V.I. Lyadvenets is a high-protein fodder plant of Transcarpathia. Uzhgorod: Zakarpattia, 1997. 129 p.; Huyghe C., de Vliegher A., Golinkski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40; Ledgard P., Steele K. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pasture. *Plant and Soil*. 1992. Vol. 141. No 1/2. P. 137–153.

that will ensure a high and stable yield of hay or pasture fodder. Careful selection of species of perennial grasses in accordance with the conditions of the soil and climate zone, as well as the establishment of optimal terms and doses of their fertilization, contributes to the growth and stabilization at a high level of fodder productivity of sown meadows³.

The creation of onion pasture lands is based on the ecological approach of selecting the components of grass mixtures, on the theory of differentiation of niches and ecological succession⁴.

On eroded lands, fertilizing is carried out with cereal-legume grass mixtures after pre-sowing soil cultivation with a heavy disc harrow to a depth of 12–14 cm and sowing of meadow timothy (30), eastern sedge (20), perennial fenugreek (20), hybrid clover (35 %), horned dogwood (35% of the full rate of sowing) on the background of N60P60K90.

Among the perennial leguminous grasses, the most effective soil protector on sloping, low-productivity lands is hornwort. It is characterized by high fodder value, winter resistance, durability, resistance to trampling, ability to grow and develop relatively well on acidic soils⁵.

Grass mixtures provide a higher and constant yield compared to single-species crops of leguminous or cereal grasses. Their high productivity and durability are due to the recommended selection of grass species, more efficient use of space, solar energy, carbon dioxide, moisture contained in the soil and nutrients.

Leguminous and cereal grasses have a higher feed value and nutrition. They are more balanced in the content of protein, mineral salts, micro-elements, amino acids and other nutrients, animals eat them more willingly than fodder from pure grass stands. Complex plant communities are more resistant to changing environmental conditions. The uneven shape of the bush, the type of tiered arrangement of the above-ground mass, the foliage of plants contributes to more effective formation and accumulation of the crop⁶.

3 Lipin'ska H., Franczak S., Woźniak-Kostecka I., Lipin'ski W., Stamirowska-Krzaczek E., Shubar I. Sposoby użytkowania pratekosystemów a ich produkcyjne usługi ekosystemowe. Ekonomiczne, organizacyjne i środowiskowe uwarunkowania produkcji rolniczej i żywności. Monografia pod redakcją Dr hab. Anny Kociry, prof. PWSZ w Chelmie i Dr inż. Ewy Stamirowskiej-Krzaczek. Kraków. 2020. Wydawnictwo „INŻYNIERIA ROLNICZA”. S.99-112. www.wir.ptir.org redakcja@ptir.org

4 Babich A.O. Methods of conducting experiments on fodder production. Vinnytsia, 1994. 88 p.

5 Olifirovych V.O. Increasing the productivity of perennial bean-bean-cereal grass stands in the southern part of the Western Forest Steppe: autoref. thesis for obtaining sciences. candidate degree s.-g. Sciences: specialist 06.01.12 "Forage production and onion cultivation". Vinnytsia, 2007. 20 p.

6 Lyushniak M.V. Agrotechnical methods of increasing the productivity of grass stands on eroded lands removed from arable land for liming in the conditions of Precarpathia: autoref. thesis for obtaining sciences. stupa Ph.D. s.-g. Sciences: 06.01.12. Vinnytsia, 2010. 20 p.

Feeds made from grass mixtures have an optimal sugar-protein ratio and are balanced in terms of the content of many essential amino acids. The above-mentioned analytical review of the literature testifies to the need for a balanced approach to the selection of components for herbal mixtures⁷.

The productivity of the grass mixture largely depends on providing the components of the grass with mineral nutrition elements during its growing season. A high yield of hay or pasture fodder is formed with a complete and balanced supply of nutrients to plants⁸.

The results of the research of a number of scientists testify to the high and stable yield of the grass mixture depending on the nutrient regime of the soil and the optimization of mineral fertilizer. Therefore, the use of rational fertilizer with the aim of obtaining high and stable yields on sown fodder lands is an important segment in the complex of agrotechnical measures for crop cultivation⁹.

One of the most important technological measures for creating highly productive hayfields and pastures is the correct selection of grass species. Making up the most important basis of artificially created coenoses, they determine their productive longevity, species and ecological-biological structure and fodder value. At the same time, they significantly affect the process of transformation, migration and circulation in biogeocenoses of energy and substances, improve the fertility of soils and their resistance to the effects of water and wind erosion. With this in mind, the solution to the problem identified by us in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine consisted in the research, development and wide implementation in the production of a grass mixture for hay use: *Trifolium pretense* (2.8 kg/ha), *Phleum pretense* (4.8 kg/ha), *Festuca pratense* (4.8 kg/ha), *Dactylis glomerata* (3.0 kg/ha) and *Bromopsis inermis* (16.2 kg/ha) (Fig. 1-5).

Phléum praténse – non-dense upland cereal grass (Fig. 1). The stem is straight, smooth, 100-120 cm tall, well leafy. Seeds are contained in scales. It is small, round-oval, light gray or yellow-brown. The weight of 1000 seeds is 0.4-0.6 g. The root system is fibrous, the roots penetrate to a depth of 80-100 cm. The

7 Lipiński W., Lipińska H., Shuvar I., Balkovsky V. Charakterystyka wybranych strategii w ochronie środowiska przed nadmiarem azotu. Ekonomiczne, organizacyjne i środowiskowe uwarunkowania produkcji rolniczej i żywności. Monografia pod redakcją Dr hab. Anny Kociry, prof. PWSZ w Chełmie i Dr inż. Ewy Stamirowskiej-Krzaczek. Kraków. 2020. Wydawnictwo „Inżynieria rolnicza”. S.113-126.

8 Begei S.V., Shuvar I.A. Ecological agriculture: Textbook Lviv: "New World-2000", 2007. 429 p.

9 Bogovin A.V., Slyusar U.T., Tsarenko M.K. Herbaceous biocenoses, their improvement and rational use. K.: Agrarian Dumka, 2005, 360 p.; Ya. I. Mashchak Onion cultivation in theory and practice. Lviv: Spolom, 2005. 295 p.

plant is winter-hardy. It develops very quickly in the spring, blooms at the end of June. Grows well after mowing¹⁰.

A moisture-loving plant, it lasts 3-5 years or more in the grass. It grows on clayey rather moist soils, drained peatlands, withstands flooding (more than 20 days) in the spring. Does not withstand drought. Does not tolerate shading.

Dactylis glomerata – perennial non-dense bushy grass (Fig. 2). The stems are erect, the leaves are wide. Inflorescence is a one-sided panicle. Suitable for hay and pasture use. Hay can be collected at the beginning of flowering. A fairly drought-resistant plant. It does not withstand flooding (more than 7-10 days) by spring waters and close to the level of groundwater. Under the conditions of applying high rates of fertilizers, you can have three slopes per year. It is not suitable for applying large doses of nitrogen fertilizers. It is found on dry meadows, grows on fertile peat, mineral soils, mesophilic cereal¹¹.

Festuca pratense – perennial loose-bush upper grain up to 120 cm tall (Fig. 3).

The stems are erect, the leaves are wide, smooth. The inflorescence is a thin panicle. Spikelets are multi-flowered. The root system penetrates the soil to a depth of 140-160 cm. Winter and drought resistant. Withstands grazing. Suitable for hay and pasture use.

Bromopsis inermis – perennial upper rhizome cereal (Fig. 4.). A moisture-loving plant, it can withstand flooding and close groundwater. Responds well to the introduction of organic and mineral fertilizers. The fodder value is good. It is not damaged by frost. Grows quickly after mowing.

Trifolium pratense – a valuable leguminous perennial plant (Fig. 5). It is the main source of quality fodder, that is, a plant that practically determines the general state of fodder production. The root system is well developed, the main root penetrates the soil to a depth of 1.5 m. The plant is moisture-loving, grows on fertile soils. It is eaten well, the nutrition is high.

We have established that in the first two years of use, the grassy basis of the hay crop was meadow clover with common ryegrass, and in the following three years – timothy grass with meadow sedge and common ryegrass. After 5 years of use as a grass stand, high productivity was formed by thornless sedum in a mixture of meadow sedge and meadow timothy. The cenotic role of the meadow sedge, among tall hay grasses with upper leaf type, consisted in

10 Kravchenko M.S., Ohienko N.I. Productivity of leguminous-cereal grass mixtures during their long-term use. Visn. agrarian science 2006. No. 7. P. 11–13.

11 Kurgak V.G. Meadow agrophytocenoses. K.: DIA, 2010. 376 p.

compacting the grass stand in the second tier, which prevented the appearance of wild grass species¹².

In the complex of agrotechnical measures for the cultivation of high and stable hay crops, the use of rational fertilizer is important, depending on the soil and climatic conditions of the zone. Perennial cultural hayfields without the use of fertilizers produce low grass yields. Over the years of use, they quickly decrease and the costs of their creation are often not recouped¹³.



Fig. 1. *Phleum pratense*

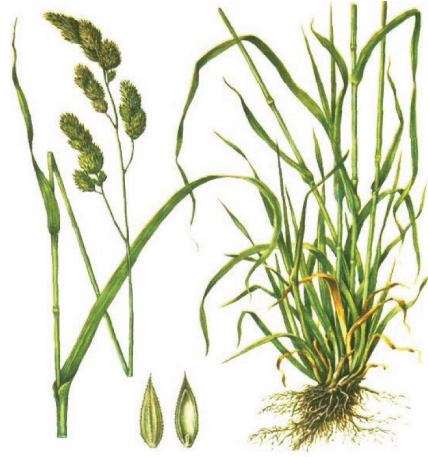


Fig. 2. *Dactylis glomerata*



Fig. 3. *Festuca pratense*

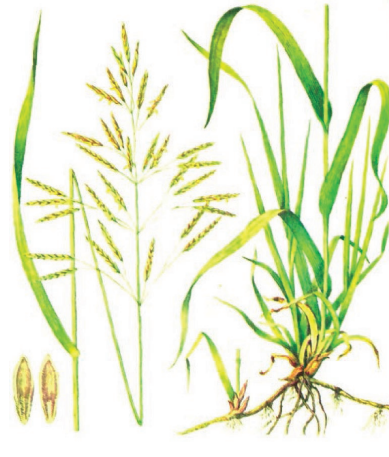


Fig. 4. *Bromopsis inermis*

12 Vlokh V.G., Dubkovetskyi S.V., Dudar I.F. Ways to increase the productivity of green lands in the mountainous regions of the Ukrainian Carpathians. IV Symposium "Austria-Ukraine. Agriculture: Science and practice". Humpenstein / Raumberg Styria, Austria, 2002. P. 118.

13 L.I. Kopyi, I.V. Physicist. The role of phytomelioration plantings in the formation of ecologically sustainable landscapes in the hilly terrain of the Volyn region. Scientific Bulletin of UDLTU. 2003. Issue 13.3. P. 89-100; Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture. Ushkarenko V.O. etc. Kherson, 2013. 381 p.



Fig. 5. *Trifolium pratense*

The study of the formation of productivity and effective use of grass mixtures of perennial grasses depending on the level of mineral nutrition was carried out at the Lviv National Environmental University. The soil of the research area is dark gray, golden, light loamy in granulometric composition. The content of humus in the arable layer (according to Tyurin) is 3.6%, at a depth of 50 cm – about 1.5%, pH – 6.2. In 1 kg of soil, the content of mobile forms of phosphorus is 91 mg, exchangeable forms of potassium – 112 mg, easily hydrolyzable nitrogen – 48 mg¹⁴.

The predecessor is a vetch-oat mixture. The following varieties of perennial grasses were used for sowing in the grass mixtures: *Phléum praténse* L.– Sarnenska 35, *Dactylis glomerata* –Sarnenska local, *Festuca pratensis* – Lyulinetska - 3, *Bromopsis inermis* – Kozarovytskyi, *Trifolium pratense* – Predkarpatska 33.

Fertilization scheme: 1. Without fertilizers (control); 2. P₆₀K₆₀; 3. N₆₀P₆₀K₆₀; 4. N₆₀P₆₀K₆₀ + N₃₀ after the first slope. Mineral fertilizers were applied according to the scheme of the experiment in the spring: potassium in the form of kalimagnesia (26% a.s.), phosphorus in the form of granulated superphosphate (19% a.s.), nitrogen in the form of ammonium nitrate (34% a.s.).

The use of grass is double-edged. The registered area of the site is 6.6 m². The study was carried out according to the methodology of the Institute of Feeds of the National Academy of Sciences. Harvest accounting is carried out by mowing and weighing the green mass from the area of the accounting area. Harvest data were processed by variance analysis. The structure of the harvest was determined in

¹⁴ Lyushniak M.V. Chemical composition and fodder productivity of grass mixtures for liming eroded arable land. Fodder and fodder production. 2009. Issue 64. P. 173-179; Lyushniak M.V. Agrotechnical methods of increasing the productivity of grass stands on eroded lands removed from arable land for liming in the conditions of Precarpathia: autoref. thesis for obtaining sciences. stupa Ph.D. s.-g. Sciences: 06.01.12. Vinnytsia, 2010. 20 p.

selected samples of green mass (on an area of 0.25 m²) from each version of the first and third repetitions, with their division into stems, leaves, and inflorescences¹⁵.

It was established that the yield of the grass mixture largely depended on the level of fertilization of the grass stand (Table 1).

Table 1.

**Hay yield of the grass mixture depending on the fertilizer
(average for 2015-2022)**

Fertilizer system	Yield, t/ha			± to control	
	first slope	second slope	for two slopes	t/ha	%
No fertilizers (control)	2,59	0,83	3,42	-	-
P ₆₀ K ₆₀	2,85	1,14	3,99	0,57	16,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,09	3,46	8,55	5,13	150
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀	5,24	4,19	9,43	6,01	175
LSD ₀₅ , t/ha	0,38				

Source: author's research

The lowest yield of hay for the first cutting was obtained in the control - without fertilizers (2.59 t/ha). Application of P₆₀ K₆₀ helped to increase the yield to 2.85 t/ha. The highest yield was obtained in variants with full mineral fertilization (N₆₀ P₆₀ K₆₀ and N₆₀ P₆₀ K₆₀ + N₃₀ after the first mowing) – 5.09 and 5.24 t/ha, respectively.

Rational use of haymakers involves repeated mowing of grasses. Perennial grasses have the property of vegetative recovery after mowing the above-ground mass, which makes it possible to use them several times during the growing season.

We established that the yield of hay during the second cutting is lower than during the first. Its reduction occurs unevenly and depends on the levels of fertilization.

The lowest grass yield of the second slope was in the variant without fertilizers (0.83 t/ha), and the highest in the fourth variant (N₆₀ P₆₀ K₆₀ + N₃₀) – 4.19 t/ha. In the fertilizer variants P₆₀ K₆₀ and N₆₀ P₆₀ K₆₀, the yield was 1.14 and 3.46 t/ha, respectively.

15 Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture. Ushkarenko V.O. etc. Kherson, 2013. 381 p.; Tarariko Y.O., Stetsyuk M.G., Zosimchuk M.D. Productivity potential of perennial grasses in single-species and mixed crops on drained peat soils of the Western Polissia. Herald of Agrarian Science. 2018. No. 2. P. 24-30.

Together, for two slopes, the highest yield of air-dry mass (9.43 t/ha) was in the application option $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$, and the lowest - in the control (without fertilizers) – 3.42 t/ha. In the options for applying $P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$, the hay yield was 3.99 t/ha and 8.55 t/ha, respectively.

Therefore, herbaceous plants grown without the use of fertilizers (control) formed the lowest yield of hay. The introduction of phosphorus-potassium fertilizers contributed to the growth of this indicator by 0.57 t/ha of air-dry mass. With an increase in the dose of mineral fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$), the yield of agrophytocenoses gradually increased by 5.13 and 6.01 t/ha, respectively, compared to the control (without fertilizers). That is, under these conditions, there is a direct correlation between fertilization of the grass stand and its productivity.

Green leaves are the main organs of photosynthesis, which ensures all processes of plant growth and development. The area of the leaf surface can be regulated by fertilizing the grass. Intensive mineral nutrition accelerates the appearance of new leaves, increases their assimilation surface and extends the life cycle, stimulating the awakening of axillary buds and their transformation into lateral shoots. The number of shortened shoots in each species, as a rule, increases from the first cut to the last¹⁶.

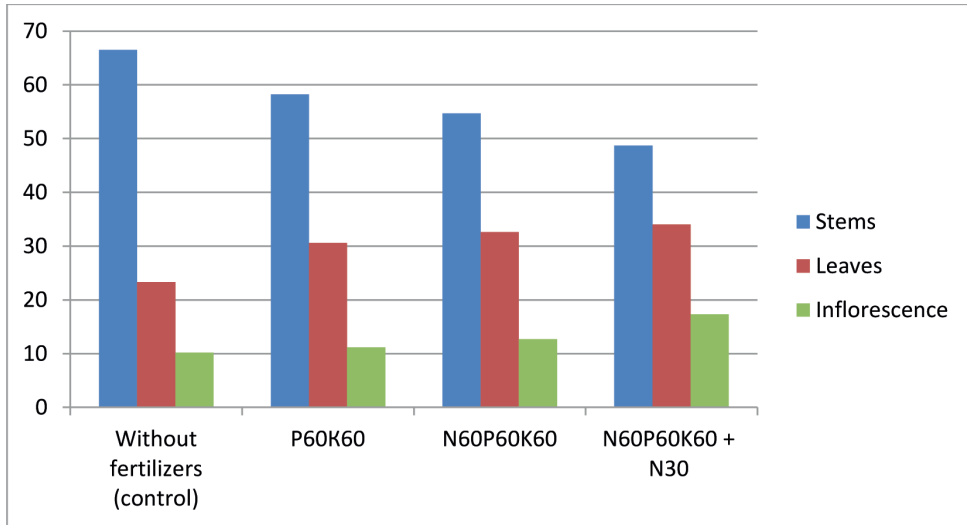
Best experience shows that mineral fertilizers have a positive effect on the crop structure. They contribute to reducing the number of stems, increasing the proportion of leaves, intensive weeding, and the formation of a greater number of generative shoots. With a decrease in the proportion of stems, hay acquires a greater fodder value, animals willingly eat it. The change in the structure of the grass mixture crop depending on the fertilization of the agroecosystem is shown in Fig. 6.

It was established that the level of fertilization of the agroecosystem affected the number of inflorescences of the culture. In the version without fertilizers (control), they were 10.2%, and with the introduction of $P_{60}K_{60}$ – 11.2%. The system of complete mineral fertilization ($N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$) contributed to the growth of the number of inflorescences - by 12.7 and 17.3%, respectively.

As the level of mineral nutrition increased, the proportion of stems decreased compared to the number of inflorescences. Most of them (66.5%) are installed

16 Shuvar I. A. Biologization of agriculture on the way to improving the energy system «soil-fertilizer-plant». Village owner. 2005. No. 7-8. P. 23-25; Shuvar I. A. Ecological foundations of balanced nature management: teaching manual /I. A. Shuvar, V.V. Snitynskyi, V.V. Balkovsky. Lviv-Chernivtsi: Books - XXI, 2011. 760 p

under control. When applying $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$, the number of stems was 58.2%, 54.7%, and 48.7%, respectively.



Source: author's research

Figure 6. The structure of the grass mixture crop depending on the fertilization of the grass stand, % (average for 2015-2022)

The most leaves in the structure of the grass mixture crop were in the variants of full mineral fertilizer $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 32.6% and $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ – 34%.

As a result of increasing the dose of fertilizers, the crop structure improves: the percentage of stems decreases, and the percentage of leaves increases. Thanks to this, hay is better eaten by animals and has a higher feed value.

Thus, the main condition for creating highly productive hayfields is the correct selection of grass mixtures. The most productive on the dark gray podzolized soils of the western forest-steppe of Ukraine is a grass mixture with the following composition: *Trifolium pretense* (2.8 kg/ha), *Phleum pretense* (4.8 kg/ha), *Festuca pratense* (4.8 kg/ha), *Dactylis glomerata* (3.0 kg/ha) and *Bromopsis inermis* (16.2 kg/ha).

The highest yield of hay (9.43 t/ha) is provided by a cereal-legume grass mixture with the application of complete mineral fertilizer $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$.



Pavel V. GLUKHOVSKIY,
PhD, Professor,
American Medical Science Center,
Los Angeles, CA

CHEMISTRY QUANTITATIVE ANALYSIS COURSE: IMPACT OF THE COURSE ORGANIZATION ON STUDENTS' PERFORMANCE

Years ago Immanuel Kant wrote, "Theory without practice is empty, practice without theory is blind". Times of disasters are unable to afford empty concepts or blind activities, thus, effective combining of theory and practice is of great importance in any field. Only proper linking of theoretical concepts to the practical training leads to unbeatable results. This process starts in lecture halls and laboratories, continues beyond walls of universities and scientific centers, and fueling, at the same time, academic research with real life results. Whenever a society faces local or global cataclysms, it needs professionals to work on and resolve outcomes of these cataclysms, regardless of their size and nature. It is our obligation, as educators, to prepare enough of highly qualified professionals, by constantly implementing scientific and pedagogical achievements into a course and/or program curriculum¹.

Laboratory work is an essential portion of any chemistry course. Design of activities in a science laboratory remains to be of interest to instructors of all levels: from high school to university level². Strong correlation between lectures and laboratory experiments is of importance, and this was emphasized in several reports³: students cannot start an experiment without

- 1 Education planning during a war: necessity or prematurity? Glukhovskiy, P., Actual problems of education and science in the conditions of war, 2023, 1, p. 165-170.
- 2 High school laboratory without lab handouts. Ealy, J., Pickering, M., Journal of Chemical Education, 1992, 69, 150; Cooperative chemistry laboratories. Cooper M., Journal of Chemical Education, 1994, 71, 307; First year chemistry practicals at universities in England and Wales: aims and scientific level of the experiments. Meester, M., Maskill, R., International Journal of Science Education, 1995, 17, 575-588; An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. Tiberghien, A., Veillard, L., Le Marechal, J., Buty, C., Journal of Science Education, 2001, 85, 483-508; Chemistry teaching – Science or Alchemy? Johnstone A., Journal of Chemical Education, 1997, 74, 262-268; First year chemistry practicals at universities in England and Wales: organizational and teaching aspects. Meester, M., Maskill, R., Maskill, H., International Journal of Science Education, 1995, 17, 705-719.
- 3 High school laboratory without lab handouts. Ealy, J., Pickering, M., Journal of Chemical Education, 1992, 69, 150; Cooperative chemistry laboratories. Cooper M., Journal of Chemical Education, 1994, 71, 307; First year chemistry practicals at universities in England and Wales: organizational and teaching aspects. Meester, M., Maskill, R., Maskill,

a clear understanding of learning objectives, and knowing tools to help these objectives to achieve. Tremendous assistance to accomplish this task comes from the clarity of the experimental literature (laboratory manuals, handouts) as Meester and co-workers⁴ emphasized in their work. Students should know not only the order of experiments they have to complete, but also theoretical and practical background of experiments and expectations that instructors set for them after experiments are over. This means that supplemental literature should contain very detailed instructions for students about pre-laboratory and post-laboratory work.

Different organizational pathways of the laboratory work thoroughly discussed in⁵. Having pre-laboratory work as a part of chemistry education increases efficiency of student-instructor interaction and reduces time spent by the student in the laboratory. In addition, with this, less exhaustive, format of work students get more encouraged “to do something original”⁶. Rollnick and co-workers [8] analyzed an effect on student performance by having students to write a synopsis, as part of a pre-laboratory work, and have a discussion prior to each experiment. The disadvantage of this pathway is that only a small portion of students might actively participate in the discussion, leaving behind slothful portion of the class. Breaking class into smaller groups to activate idle individuals requires presence of instructor assistants who help with discussions to avoid any loss of the time allocated for the experimental work. However, having the written synopsis is not always an indication of a preparedness, since students might blindly copy the experimental procedure, and not giving enough thought about the work. Outline for experiments was not a requirement in the work done by Cigic⁷, but having a laboratory discussions (two weeks prior to the experiment) and quizzes (one week prior to the experiment) was a decisive part of this work. With this, the post-laboratory work time has been significantly reduced, yet

H., *International Journal of Science Education*, 1995, 17, 705-719; An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. Tiberghien, A., Veillard, L., Le Marechal, J., Buty, C., *Journal of Science Education*, 2001, 85, 483-508.

- 4 First year chemistry practicals at universities in England and Wales: organizational and teaching aspects. Meester, M., Maskill, R., Maskill, H., *International Journal of Science Education*, 1995, 17, 705-719.
- 5 Chemistry teaching – Science or Alchemy? Johnstone A., *Journal of Chemical Education*, 1997, 74, 262-268; How to motivate students to study before they enter the lab. Pogacnik, L., Cigic, B., *Journal of Chemical Education*, 2006, 83, 1094-1098; Improving pre-laboratory preparation of first year university chemistry students. Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S., Green, G., *International Journal of Science Education*, 1995, 23, 1053-1071.
- 6 Chemistry teaching – Science or Alchemy? Johnstone A., *Journal of Chemical Education*, 1997, 74, 262-268.
- 7 Improving pre-laboratory preparation of first year university chemistry students. Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S., Green, G., *International Journal of Science Education*, 1995, 23, 1053-1071.

the quality of reports became obviously exceptional. There is one weakness in this approach: it assumes excellent retention of the material by students before they perform the experiment in the laboratory and solidify the knowledge they gained during the discussion. Lacking such a retention, the time spent by a student on the preparation is irretrievably lost.

Few reports⁸ have shown that organization of the in-laboratory work is as important as the work outside of the classroom: assigning students in groups of four develops professional communication skills and accelerates learning process. Role of instructor and instructor assistants in a laboratory becomes crucial. They have to control and encourage less enthusiastic students to be proactive, and benefit group of their peers.

Above-mentioned publications focused mainly on high school⁹ and first year college chemistry courses¹⁰, briefly citing physics¹¹ and biochemistry¹² laboratory courses. Nevertheless, there was no a single publication on Chemistry Quantitative Analysis course. This article fills the abovementioned gap by own work on the course development with subsequent analysis and conclusions. Quantitative Analysis is an advanced course, and is one of the most important parts in chemical education. Students of chemistry and chemistry related majors are required to take this course. In order to take Quantitative Analysis course students must go through General and Organic chemistry courses, and show an exceptional performance in these areas of chemistry.

Applications of analytical chemistry cover broad range of fields: pharmaceutical and food industries, forensic and clinical analysis, environmental monitoring.

- 8 Cooperative chemistry laboratories. Cooper M., *Journal of Chemical Education*, 1994, 71, 307; First year chemistry practicals at universities in England and Wales: organizational and teaching aspects. Meester, M., Maskill, R., Maskill, H., *International Journal of Science Education*, 1995, 17, 705-719.
- 9 High school laboratory without lab handouts. Ealy, J., Pickering, M., *Journal of Chemical Education*, 1992, 69; An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. Tiberghien, A., Veillard, L., Le Marechal, J., Buty, C., *Journal of Science Education*, 2001, 85, 483-508.
- 10 High school laboratory without lab handouts. Ealy, J., Pickering, M., *Journal of Chemical Education*, 1992, 69, 150; Cooperative chemistry laboratories. Cooper M., *Journal of Chemical Education*, 1994, 71, 307; First year chemistry practicals at universities in England and Wales: aims and scientific level of the experiments. Meester, M., Maskill, R., Maskill, R., *International Journal of Science Education*, 1995, 17, 575-588; First year chemistry practicals at universities in England and Wales: organizational and teaching aspects. Meester, M., Maskill, R., Maskill, H., *International Journal of Science Education*, 1995, 17, 705-719; Chemistry teaching – Science or Alchemy? Johnstone A., *Journal of Chemical Education*, 1997, 74, 262-268; An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. Tiberghien, A., Veillard, L., Le Marechal, J., Buty, C., *Journal of Science Education*, 2001, 85, 483-508; Improving pre-laboratory preparation of first year university chemistry students. Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S., Green, G., *International Journal of Science Education*, 1995, 23, 1053-1071; How to motivate students to study before they enter the lab. Pogacnik, L., Cigic, B., *Journal of Chemical Education*, 2006, 83, 1094-1098.
- 11 Chemistry teaching – Science or Alchemy? Johnstone A., *Journal of Chemical Education*, 1997, 74, 262-268.
- 12 Improving pre-laboratory preparation of first year university chemistry students. Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S., Green, G., *International Journal of Science Education*, 1995, 23, 1053-1071.

Seeing these, many students take this course with a great enthusiasm. Most of the time students enjoy material presented during lectures; they get thrilled and very excited when they learn how to solve complicated analytical problems. However, after 2–3 weeks of work in the quantitative analysis laboratory they get a misleading idea, which it is all about an accuracy and precision, and/or time-consuming manual labor. Unfortunately, many of them do not realize that manual labor is present in any chemistry laboratory, while precision and accuracy are the key parameters in the analytical work. Communicating closely with students, and discussing their course related problems and concerns, any instructor may recognize that in many cases a successful completion of experiments by a student is traumatized by a blurry understanding of particular steps in experimental procedure, misguided instrumental set up and maintenance of definite conditions, inappropriate usage of materials. It is normal for a student, who makes first steps in the profession, but then it is up to an instructor to step in on time and make sure that students are ready for the work in the laboratory. Each instructor has enough of capacities to deliver the information, and tools to evaluate the retention and to navigate each student during the laboratory work. Then, if the chemistry of the process, behind the experiment, is well understood, proper instrumentation is correctly setup and experimental conditions maintained, it becomes easy for a student to do the work, meet all requirements of the laboratory work and get a desired outcome.

It is not a secret that there is a limited number of sophisticated and, thus, expensive analytical instrumentation systems are present in teaching laboratories of universities and colleges. It gives an impression that the instrumentation has a limited accessibility and only a few students may use the instrument during the laboratory session. Therefore, instructors plan a concurrent run of experiments in the laboratory. They split laboratory class of students into groups of 2-3 students and run 7–8 different experiments simultaneously, one experiment per one group. If a discussion is a part of the laboratory work and students can't start their work without a permission of an instructor or instructor assistant upon finishing that discussion, it means that some students already losing more of their time, waiting for the chat with their mentor, than the other students. Another important aspect of this concurrent scheduling of laboratory experiments is that at any point of the course some students are in disadvantageous position when they have to perform an

experiment, because they did not have a lecture yet, which covers this material. It means that prior to the class they would need to spend additional time to self-educate themselves, which is not always efficient and require more time for the dialogue with the instructor before they get to the point of performing the experiment. Such approach also harmfully affects other students in the class when they get to the point of performing an experimental work on a material covered relatively long time ago and they have to revisit it again. Productivity of such education is not very high; majority of students spend twice the amount of time necessary to learn the material, might unjustifiably lose grades in particular and an interest to the subject in general. This concurrent run of all experiments leaves only a few students in the class not negatively impacted by such scheduling. Then, it is not a surprise that the distribution of grades (see **Group A** in **Table 1** and **Figure 1**) for different experiments covers a wide range from 3 to 35 points (with the maximum of 35 points per report). If our task is to train the right number of qualified personnel without loss of time at any point of educational process, then it is important to organize the laboratory portion of the course in a way that it is well aligned with the lecture portion. Discussed shortcomings can be easily eliminated assuming, that the measurement stage itself takes less time compared to the stage of preparation to an experimental work. This statement is valid if, indeed, everything (clear understanding of the experiment and workflow, materials, samples, instrumentation) is ready to use without any interruption of the laboratory process. Once aligning of lectures with the experimental work takes place, and all students start to come to the laboratory with the just recently heard material (no more than a day or two after the lecture), the situation significantly improves. If students are familiar with the theoretical concept of the experiment, it is easy for them to understand the practical aspects of the procedure, basic principles of the instrumentation, and calculations. In addition, the time for the pre-laboratory discussions is significantly reduced. It leaves enough time for the rest of the laboratory related activities, and the problem with the accessibility of instruments disappears. This approach gives an evident result when it comes to the grading (see **Group B** in **Table 1** and **Figure 2**). From the data provided, it is clear, that a slight increase of the average grade in class is accompanied by a substantial reduction of a standard deviation, or spread of grades around the average grade, leaving enough room for further improvement of the course organization.

In many instances, some students still see the discussion as an annoying and not very helpful part of their work in the class. Indeed, a few small, but important details of the experiment might slip past their attention. Especially if there are some slothful students still present in the class. Therefore, at the beginning of the class, right before the discussion, a teacher can and should use an effective lever to activate the student's work prior to class - a brief quiz on an experiment (to check the understanding of the chemistry part of the work, basics of the instrumentation, calculation, etc.) to evaluate the preparedness of students. Such tests should not take much time away from the laboratory activities (20–25 minutes), and while the instructor does the discussion on the same experiment with the entire class, the assistant can check all quizzes, make corrections and come up with the grade. Once the discussion is over, graded quizzes go back to students so they can see their mistakes, learn from them and perform the work taking into account all mistakes made. When these changes were implemented into the course, and quizzes were incorporated into laboratory work, a significant improvement of individual grades and spread of grades in class became apparent (see **Group C** in **Table 1** and **Figure 3**). As additional bonus, of such course modification, it worth to mention, that with the progress of the course, students were getting more and more involved into course activities, and their performance in the laboratory had a tangible positive impact on the lecture portion of the course. Thus, proper organization of this particular course, not only improves grades, on a short run, but also solidifies knowledge in general. Moreover, we should expect a similar outcome for any other subject if with a proper organization of a course is employed.

Table 1.

Averages and standard deviations of grades in groups per each experiment

Experiments ^(*)	Group A		Group B		Group C	
	Average grade	Standard Deviation	Average grade	Standard Deviation	Average grade	Standard Deviation
1	15.6	10.4	21.7	7.1	29.7	3.5
2	18.1	10.7	18.0	10.2	32.8	1.6
3	24.7	10.6	29.6	2.3	32.8	1.2
4	25.8	9.2	27.7	4.4	31.3	2.2
5	24.7	7.2	28.1	3.2	31.9	1.8
6	29.7	3.6	29.5	3.6	33.6	1.0
7	24.0	10.1	25.4	5.6	32.5	1.9

(*) 1- Determination of soda ash using acid-base titration; 2- Hardness of water by EDTA titration; 3-Determination of Mn in steel using spectrophotometry; 4-Determination of the Iron using potentiometric titration; 5-Determination of Cu by Anodic Stripping Voltammetry; 6-Gravimetric Determination of Nickel; 7-Determination of Cu in an Aqueous Sample by Atomic Absorption.

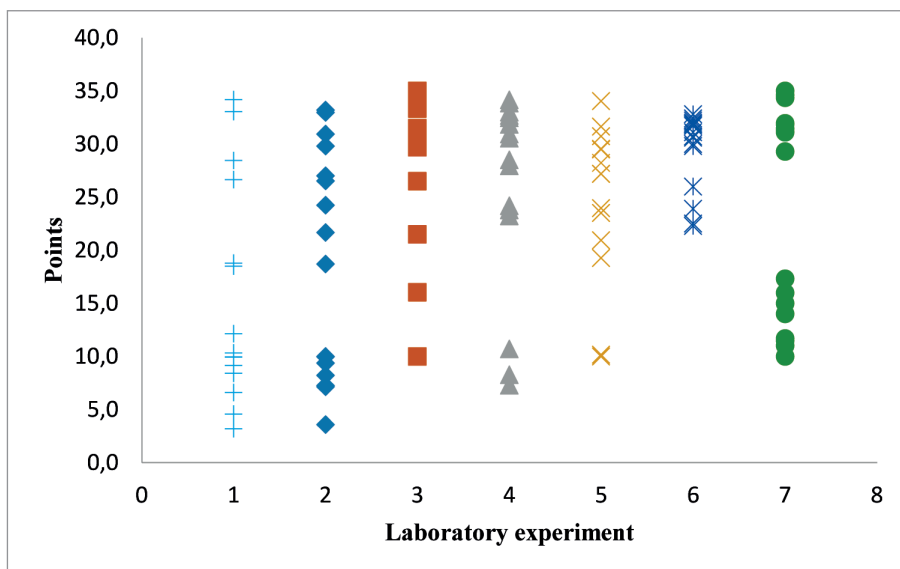


Figure 1. Grade distribution for each experiment in the group A. (Laboratory experiments: same as in Table 1).

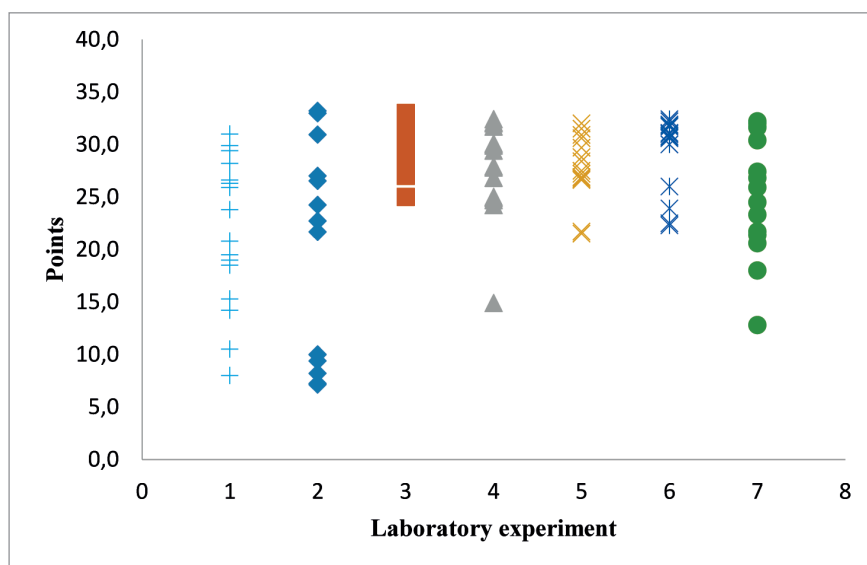


Figure 2. Grade distribution for each experiment in the group B. (Laboratory experiments: same as in Table 1).

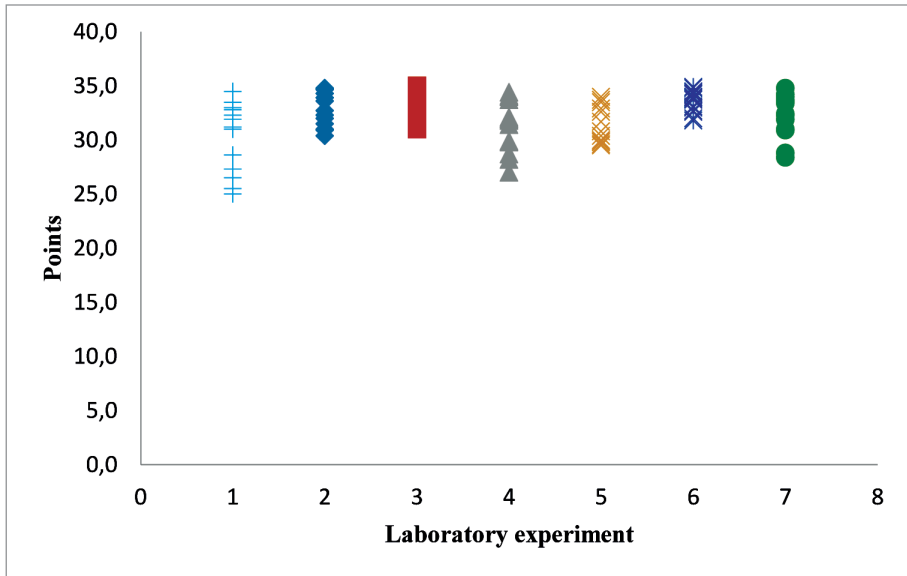


Figure 3. Grade distribution for each experiment in the group C.
(Laboratory experiments: same as in Table 1).

ЛЮБИЦЕВА Ольга Олександрівна,

доктор географічних наук, професор,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID ID: 0000-0002-8508-9395

КОЧЕТКОВА Ірина Валентинівна,

кандидат географічних наук,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID ID: 0000-0001-5342-7444

Україна

ГЕОГРАФІЯ КУЛЬТУРИ В СТРУКТУРІ ГЕОГРАФІЧНОГО ЗНАННЯ В УКРАЇНІ

Географія, як одна з найдавніших природничих наук, надає комплексні системні знання про Землю, досліджуючи процеси взаємодії людського суспільства з природним середовищем, наслідки якого відбиваються в територіальній диференціації явищ і об'єктів та формують різноманіття ландшафтної оболонки (ландшафтосфери)¹. Ландшафтна сфера розглядається як результат тривалої і постійної взаємодії природних компонентів геосистеми (літосфери, атмосфери, гідросфери, біосфери) з компонентами антропосфери, сформованими людиною в процесі її життєдіяльності і «вживання» в природне середовище (соціосферою, техносферою або створеним людиною матеріальним світом, культуросферою аж до ноосфери як вищого її прояву)².

Географія, як і будь-яка наука, в процесі свого розвитку зазнавала впливу не тільки пануючих на певних етапах наукових парадигм, а й соціально-політичних процесів, що відбивалося на визначенні її об'єктно-предметної сутності, яка коливалась від дослідження виключно природних процесів (без впливу людини) до дослідження тільки процесів впливу людини на природне середовище з метою «оптимального» (для певного етапу) його використання в господарській діяльності (згадаємо радянську

1 Топчієв, О. Г., Мальчикова, Д. С., Пилипенко, І. О., & Яворська, В. В. (2018). Методологічні основи географії: Ландшафтна оболонка Землі. Довкілля: навч. посіб. Херсон: Видавничий дім "Гельветика"

2 де Шарден, Т. Феномен людини//Читанка з історії філософії у 6 книгах. Книга, 6; Вернадский, В. И. (1944). Несколько слов о ноосфере. Успехи современной биологии, 18(2), 113–120.

теорію оптимізації природокористування, яка розвивалась з 1960-х років). Такі предметні «гойдалки» розхитували розуміння цілісності об'єкту географічного знання, призвели не тільки до виокремлення двох напрямів в географії: природничо-географічного і суспільно-географічного, а й до їх подальшого віддалення одне від одного. Водночас слід зазначити, що й географія, формулюючи свої теоретико-методологічні досягнення, справляє вплив на розвиток інших наук. Наприклад, сформульована у XVIII ст. теорія географічного детермінізму (про домінуючу роль природних умов у соціально-економічному і політичному розвитку народів) аж до початку XX ст. позначалася на дослідженнях в соціальних і економічних науках, а сформульована наприкінці XIX ст. теорія інвайронменталізму (про взаємодію і взаємовплив природного і антропосередовищ, наслідком чого є формування середовища життєдіяльності людини) й по сьогодні є домінуючою в зарубіжній географії. Водночас, аналіз матеріалів міжнародних географічних конгресів за XXI ст. дає підстави робити висновок про випереджаючий розвиток суспільно-географічних досліджень, що знаходить своє відображення в диверсифікації географічного знання. Тобто, розширення предметної сфери географії внаслідок соціального замовлення проявляється в першу чергу в диференціації суспільно-географічного «крила» географії. В українській географії ще не подоланий «розкол» між природничою і суспільною географією, хоча «об'єднавчий» процес вже намітився і відображений в роботах науковців школи професора О. Топчієва³.

Розвиток географії в Україні пов'язують з роботами С. Рудницького початку XX ст.⁴ Роботи ці були комплексними, відбивали європейські тенденції в географічній науці⁵. В подальшому географічна наука зазнала значного ідеологічного тиску, особливо її суспільна складова, що позначилось на структурі суспільної географії, де тривалий час домінувала економічна географія і навіть населення та розселення розглядалися під кутом зору забезпечення трудовими ресурсами зростаючої економіки. Тільки після II світової війни, наприкінці 1950-х – у 1960-х роках ситуація почала вирівнюватись за рахунок зростаючих досліджень населення (переважно

3 Топчієв, О. Г., Мальчикова, Д. С., Пилипенко, І. О., & Яворська, В. В. (2017). Концепція довкілля - сучасний напрям інтеграції природничо- та суспільно-географічних досліджень. Український географічний журнал, (3), 64-70.

4 Шаблій, О. І. (1993). Академік Степан Рудницький: фундатор української географії. Львівський держ. університет ім. І. Франка.

5 Рудницький, С. Л. (1905). Нинішня географія. Накладом Рус. Т-ва пед.

геодемографічних) та розселення, а з 1970-х років – досліджень сфери обслуговування та інфраструктури. Зараз географія населення і розселення є усталеним напрямом досліджень, в межах якого сформульовані теоретико-методологічні засади⁶, проведено численні регіональні дослідження і виявлені механізми, які визначають територіальну диференціацію у розвитку демографічних процесів і розселення населення⁷. У 1980-х роках намітився напрямок з досліджень рекреації та туризму (відповідно формувалась рекреаційна географія та географія туризму), який активно розвивається й донині, що дає підстави формулювати цей напрямок в структурі географії як географію рекреації і туризму⁸ та як складову туризмології – міждисциплінарного напрямку наукових досліджень з туризму і рекреації⁹. У 1990-х роках розпочинаються дослідження з якості життя населення¹⁰, географії релігії¹¹, географії культури¹².

Зауважимо, що в Радянському Союзі геокультурні дослідження не проводились, треба думати, з ідеологічних міркувань, хоча географія культури фігурувала в численних класифікаціях географічних наук, особливо суспільно-географічних, наприклад, проф. М. Пістун включив її як окрему галузь знань до складу аналітичних географічних дисциплін¹³.

Зазначена етапність розвитку суспільної географії свідчить про поглиблення її диференціації і ускладнення предметної сфери. Водночас спостерігаються інтеграційні процеси як у спробах «оформити» соціальну географію¹⁴, так і «зблизити» суспільний і природничий напрями досліджень (наприклад, згадувана вже школа проф. О. Топчієва).

Геокультурні дослідження в зарубіжній географії розвинулись у ХІХ ст. у працях німецьких (К. Ріттер, Ф. Ратцель) та французьких (П. Видаль де ла

6 Топчієв, О. Г. (2005). Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методика. Астропринт; Шаблій, О. І. (2011). Основи суспільної географії: підручн. для студентів вищих навчальних закладів. ЛНУ ім. І. Франка.

7 Пітюренко, Ю. І. (1983). Системи розселення і територіальна організація народного господарства. Наукова думка; Яворська, В. В. (2013). Регіональні геодемографічні процеси в Україні [монографія]. Аксіома.

8 Любіцева, О. О., Мальська, М. П., & Зінько, Ю. В. (2011). Концептуальні засади географії рекреації і туризму. Географія та туризм, (11), 3-14.

9 Любіцева, О. О., & Бабарицька, В. К. (2008). Туризмознавство: вступ до фаху: підручник. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет».

10 Гукалова, І. В. (2008). Якість життя населення України: теоретико-методологічні основи суспільно-географічного дослідження. [дис. д-ра геогр. наук]. Інститут географії Національної академії наук України.

11 Павлов, С. В., Мезенцев, К. В., & Любіцева, О. О. (1998). Географія релігій. АртЕк.

12 Любіцева, О.О. (1999) Ландшафт в географії культури. У Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ століття (с.150-152); Любіцева, О. О. (2009). Місце географії культури в системі географічних наук та її структура. Український географічний журнал, (2), 48-51.

13 Пістун, М. Д. (1996). Основи теорії суспільної географії. Вища школа.

14 Олійник, Я. Б., & Степаненко, А. В. (2000). Вступ до соціальної географії: Навч. посіб. Знання.

Блаш, Е. Реклю) географів, які в центр географічних досліджень поставили людину з притаманними їй культурними ознаками, а процеси трансформації географічного середовища розглядалися через призму рівня культури. На теренах сучасної України геокультурні дослідження кінця XIX ст. – початку XX ст. розвивалися в руслі європейських традицій. Так, С. Рудницький, який вважається засновником української географії, розглядав географію культури як самостійну галузь географічних знань в складі антропогеографії, поєднуючи її з історичною географією, і тим самим підкреслював спадковість культури певної людності, її історичну тяглість¹⁵. У XX ст. значний внесок у розвиток геокультурних досліджень, особливо в методику польових досліджень, зробив американський географ К. Зауер, автор підручника «Географія культури США» (1958). Карлом Зауером була сформована школа геокультурних досліджень (відома як школа університету Берклі, де працював К. Зауер), яка справила значний вплив на формування напряму в зарубіжній географії. Геокультурні дослідження, як і, до речі, дослідження в інших галузях географії, мають спиратися на натурні польові спостереження, а обробка і аналіз отриманих даних синтезуватися в картографічних творах. У цьому прикладний характер геокультурних досліджень. Узагальнення отриманих результатів у просторово-часовому аспектах, пошук взаємозв'язків і взаємовпливів, виявлення чинників формування тих чи інших просторово-часових форм територіального зосередження вже є результатом теоретичних узагальнень і формування теоретико-методологічного апарату географії культури.

Тут слід зауважити, що сучасні постмодерністські тенденції в географії культури (як і її розвиток за «класичними» канонами) спирається на розуміння і трактування культури як об'єкту дослідження. «Класичне» її трактування спирається на розвиток філософського підходу, сформульованого ще Вольтером: культура все, що не натура. Тобто, все, до чого людина доклала свою свідому чи несвідому працю, забезпечуючи безпечне і, по можливості, комфортне, життя, все, що змінює наше оточення (від середовища безпосереднього контакту до географічного середовища) може розглядатися як «культура» на відміну від незміненої природи (натури). Таке широке трактування культури дозволило включити такі здобутки як

15 Любіцева, О. (2007). Внесок С. Рудницького у розвиток геокультурних досліджень. Часопис соціально-економічної географії. Міжрегіональний збірник наукових праць, 39-40.

зряддя (праці, захисту) та засоби (різних видів транспорту), житло, одяг та харчування як такі складові, які безпосередньо забезпечують життєдіяльність, а також результати творчої праці: мистецькі, художні, літературні твори, фольклор тощо, які забезпечують духовні потреби людини до предметної сфери географії культури. Відповідно до цієї предметно-ціннісної орієнтації здобутки культури поділяють на матеріальні і нематеріальні (при всій умовності такого поділу). Трактування культури виключно як творчої діяльності, а, особливо, спрямованої на самореалізацію особистості, культури як самоідентифікації особистості лежить в основі постмодерністських тенденцій, характерних для новітньої культурної географії¹⁶.

Географія культури в Україні розвивається в традиційному руслі геокультурних досліджень, поки без постмодерністських нашарувань, хоча дослідники знайомі з сучасними зарубіжними тенденціями. Слід зауважити, що геокультурні дослідження, мабуть, з огляду на їх трудоємність, широту об'єктно-предметної сфери і відсутність прикладного застосування, не знаходять широкого поширення серед науковців. Сьогодні географія культури розвивається фактично тільки в двох наукових центрах: у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (проф. О. Любіцева) та у Львівському національному університеті імені Івана Франка (проф. І. Ровенчак). Нижче ми викладемо основні теоретико-методологічні положення української географії культури.

Культуру ми розглядаємо як міждисциплінарний об'єкт наукового дослідження низки суспільних наук, де просторові аспекти становлять предметну область географії культури. *Культура* розуміється як властивий людині, людському суспільству спосіб життєдіяльності, історично обумовлений рівнем розвитку суспільства, що знаходить свій прояв у створюваних ним матеріальних і духовних цінностях. Тобто культура є системою цінностей, які успадковуються, засвоюються в процесі виховання і генеруються у відповідності до умов життя кожним наступним поколінням, щоб у подальшому, пройшовши «випробування часом» і внаслідок культурної дифузії, увійти до «скарбнички» національної і світової культури. Створення матеріальних компонентів культури передбачає розробку певних технологій

16 Tolia Kelly, D. P. (2016). The landscape of cultural geography: Ideologies lost. *Area*, 48(3), 371-373. URL : <https://doi.org/10.1111/area.12288> (14.11.23); Gibson, C., & Waitt, G. (2009). In Kitchin, R., & Thrift, N. (Eds.), *International encyclopedia of human geography* (pp. 411-424). Elsevier. URL : <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00932-9> (14.11.23)

впливу на відповідні складові довілля з метою отримання потрібних результатів і саме ці технології ми розглядаємо як основні культурні здобутки на шляху формування матеріального світу людини. Наприклад, розглянемо такий компонент матеріальної культури як житло. За цим загальним терміном стоять такі здобутки культури як: технології видобутку будівельних матеріалів – технології їх використання для будівництва житла – технології облаштування житла, житлового простору і до планувальної структури поселення включно – технології використання домашнього начиння (рис. 1).



Рис. 1 Приклад вивчення компоненту матеріальної культури в географічному аспекті

Відповідно формується стиль життя, притаманний кожному прошарку структурованого за різними ознаками суспільства з притаманною йому гостинністю. Гостинність є вже складовою духовної культури, яка формується в певному матеріальному середовищі під впливом пануючих на кожному історичному етапі ідеологічних доктрин з відповідними їм морально-етичними нормами і нормуючими життя інститутами (інститут сім'ї, права тощо) (рис. 2).

Пояснення до моделювання предмету географії культури: носієм і продуцентом культурних цінностей є людина. Людина (особистість з усіма притаманними їй характеристиками) є частиною соціуму – певної людності, яка проживає на певній території. Соціум «вживається» в оточуюче природне середовище, видобуваючи з нього ресурси, необхідні для забезпечення життєдіяльності, і з цією метою винаходячи нові чи модифікуючи звичні технології: аграрні, скотарські, військові, індустріальні, інформаційні. Так, завдяки технологіям, створюються елементи матеріальної культури, які формують матеріальний світ людини, певного

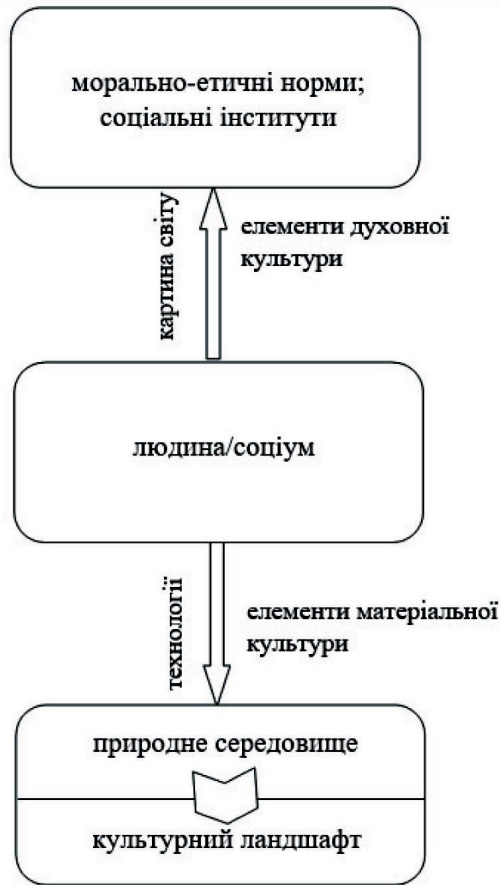


Рис. 2. Модель формування предметної сутності геокультурних досліджень

етносу, суспільства. Застосування цих технологій впливу на природне середовище формує культурний ландшафт, який фактично зберігає в своїй структурі і пейзажних ознаках історію освоєння людністю даної території. Одночасно в соціумі вибудовуються відносини на основі норм і правил, сформованих пануючою картиною світу: міфологічною, теологічною, науковою або еkleктичною, - і розвиваються відповідні елементи духовної культури. Кожна з означених складових (підсистем): соціальна, ландшафтна і ідеологічна, - утримуються тісними внутрішніми (горизонтальними) зв'язками, пов'язані між собою вертикальними та наскрізними (діагональними) зв'язками, в сукупності формуючи систему традиційної культури етносу. Тобто, складовою традиційної культури варто вважати й культурні ландшафти, в яких етноси розвиваються. *Культурний ландшафт* ми трактуємо як соціокультурно-природний територіальний

комплекс, виділений за пейзажними ознаками, сформований в процесі взаємодії людської діяльності з природним середовищем, який несе в собі інформацію про процеси адаптації етносу до природного ландшафту, означений цілісністю сприйняття і естетичною цінністю. Таким чином, культурний ландшафт, сформований матеріальною культурою, певною мірою відбиває духовну культуру конкретного етносу. Через діяльність ЮНЕСКО культурні ландшафти як світова культурна спадщина стали об'єктами заповідання і включаються до Списку світової культурної та природної спадщини як результат співтворчості людини і природи. Тому культурний ландшафт має розглядатися як національна культурна спадщина, оскільки в ньому віддзеркалені тривалі історичні процеси формування та розвитку етносу в умовах конкретного природного середовища. Саме риси типових культурних ландшафтів створюють неповторні «образи місця», сприймаються як складова національної культури (наприклад, типовий ландшафт сільської місцевості лісостепової зони України відомий як традиційний український культурний ландшафт, неодмінними складовими якого є хата у вишневому садочку, який збігає до річки по похилому схилу річкової балки). Означений механізм формування предметної сутності геокультурних досліджень дає підстави визначити *предмет географії культури як вивчення територіальної диференціації культури та окремих її елементів в певних умовах середовища та механізмів формування відповідної геокультурної ситуації. Геокультурна ситуація – це просторово-часовий зріз геокультурного середовища як результат хронологічної фіксації його стану. Геокультурне середовище є просторово-часовою формою функціонування культури, яка склалася в процесі коеволюційного розвитку етно-, культуро- і соціогенезу і являє собою територіальну систему, в межах якої сполучається традиційний (етнічний) субстрат та надетнічне культурне поле. Надетнічне культурне поле можна розглядати як пануючу на конкретному етапі розвитку цивілізації культуру з характерними її ознаками (наприклад, вестернізація як характеристика сучасного етапу).*

Таким чином, *географія культури – галузь географічних знань, яка вивчає просторово-часові закономірності і форми буття культури, які формуються в процесі взаємодії певного етносу/соціуму з певним ландшафтом/природним середовищем.*

Як бачимо, предмет географії культури не менш складний, ніж власне об'єкт, і геокультурні дослідження потребують відповідного методологічного апарату. Методологія географії культури спирається переважно на системний, діяльнісний, процесуальний, історичний, технолого-детерміністський підходи, сукупно застосовуючи їх базові методи для виявлення територіальних форм організації культури.

Узагальненою формою геопросторової організації культури є *геокультурний ареал* – територія, однорідна за станом геокультурного середовища на певній стадії його розвитку. Характеризується певною геокультурною ситуацією, яка визначається за ознаками традиційного природокористування із властивими для нього елементами матеріальної і певною мірою духовної культури, що склалися на даній території в процесі культурогенезу. Масштаби делімітації визначаються метою та рівнем дослідження: на глобальному рівні – *цивілізації*, в межах цивілізацій – *макро-, мезо- і мікрорегіони*. Окремо слід розглядати державні утворення як геокультурні явища іншого порядку. Найменшим територіальним віділом є *геокультурний комплекс* – територія компактного поширення взаємопов'язаних елементів матеріальної і духовної культури, сформована протягом певного періоду «вживання» певної людності у відповідний ландшафт, внаслідок чого сформований культурний ландшафт набув характерних типових рис. Атипові риси культурного ландшафту дозволяють виділяти *геокультурні локалітети*.

Теоретичні положення і методологічний апарат географії культури як підґрунтя для подальшого розвитку сформовані, але бракує конкретних методик, особливо методик польових досліджень, так само як власне і самих досліджень, результати яких можна було б синтезувати, наприклад, в атлас культури України. Такі дослідження актуальні, особливо у повоєнному відродженні і розбудові країни, їх результати можуть бути використані і в державному управлінні при прийнятті рішень, і в реформі адміністративного управління, яка триває, і в туристичній діяльності як іміджеформуючій, необхідні вони й для розвитку української культури та географії, оскільки без геокультурних досліджень вона втрачає свою цілісність.

Ivan SHUVAR,

Doctor of Agricultural Sciences, Department of Plant Technology,
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine,
Academician of the National Academy of Higher Education Sciences
of Ukraine

Lviv National Environmental University

ORCID ID: 0000-0002-4149-1761

Hanna KORPITA,

Candidate of Agricultural Sciences, Department of Genetics,
Selection and Plant Protection,

Lviv National Environmental University

ORCID ID: 0000-0002-0908-0129

Ivan DUDAR,

Candidate of Agricultural Sciences, Department of Animal
Husbandry and Feed Production

Lviv National Environmental University

ORCID ID: 0000-0002-4467-9946

Bogdan SHUVAR,

Candidate of Economic Sciences, Department of Entrepreneurship
and Trade

Lviv National Environmental University

ORCID ID: 0000-0003-4722-8929

MONITORING AND EFFECTIVE CONTROL OF THE NUMBER OF *ASCLEPIAS SYRIACA L.* IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE

Biodiversity and stability of natural ecosystems affect the health of the planet and the well-being of society. However, one of the most serious threats to these important aspects is the spread of invasive plant species. Invasive weeds, in particular *Asclepias syriaca L.*, have become the object of serious scientific research and the attention of experts in the fields of agronomy, ecology, biology and nature conservation in Ukraine and abroad¹.

Asclepias syriaca L. is a perennial plant native to North America. This type of weed shows an aggressive nature of growth, quickly spreading and mastering

¹ Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., and West, C.J., Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers. Dis-trib.*, 2000, vol. 6, no. 2, pp. 93–207; Shuvar I., Korpita H. 2023. Herbicide influence on the agrocenose of soy and its photosynthetic activity in the western Forest Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. Vol. 27, No. 2. Pp. 21–27. UDC 632.954;632.5;633.853.52 DOI: 10.56407/bs.agrarian/2.2023.21; Shuvar I., Korpita H., Shuvar B., Shuvar A. Collective monograph. Modern scientific strategies of development. GS publishing services Sherman Oaks. California (USA). 2022. Invasive species of plants and methods of their control in the western Forest Steppe of Ukraine. P.7–15. DOI: 10.51587/9781-7364-13395-2022-008-7-15.

new areas. The weed competes with native plant species for available resources such as light, water, and nutrients. Its rapid spread can threaten other plants and lead to a change in the composition of vegetation in the territories.

A deeper understanding of the distribution and morphology of invasive species is important for the development of biodiversity conservation and nature conservation strategies. The study of *Asclepias syriaca L.* will contribute to the improvement of existing knowledge about ecological impacts and the development of invasive species management methods, contributing to the natural balance and sustainability of ecosystems.

Asclepias syriaca L. has a characteristic morphology that includes the following features:

1. The leaves of *Asclepias syriaca L.* are large, simple, oppositely arranged. They have long petioles, lanceolate in shape. Leaves can be up to 25 cm long.
2. The flowers of the plant are usually located in the upper parts of the stem in several bunches. They have an unusual shape with five large petals, which can be pink, purple or white.
3. The stem of *Asclepias syriaca L.* is straight, elongated and bare. It can reach a height of 0.6 to 2 meters. The stem is divided into upper and lower parts, where the upper bundle contains the flowers and the lower part contains the leaves.
4. The fruits are like large elongated cups that contain seeds with elongated tails that help the wind to carry the seeds a considerable distance.
5. Milk juices. This is a plant famous for its milky juices, which are released during the destruction of leaves or stems. These juices contain special substances that are toxic to animals that eat the plant.
6. The root system is developed and can be more than 2 meters long, which ensures the plant stability in arid conditions.
7. Distribution. *Asclepias syriaca L.* reproduces both by seeds and by means of root processes (Fig. 1).

The study of invasive plants, in particular *Asclepias syriaca L.*, is an important task in the modern ecological and natural science context. Key aspects that emphasize the relevance of research on this invasive weed:

1. Threat to biodiversity. *Asclepias syriaca L.*, settling in new ecosystems, can compete with specific plant species and lead to suppression and reduction of biodiversity. Studying the invasive properties of this weed helps to understand how to regulate its spread and impact on native species.



Figure 1. (*Asclepias syriaca* L.)

2. Impact on ecosystems. The spread of *Asclepias syriaca* L. can have far-reaching consequences for the structure and functioning of natural ecosystems. Its study helps to develop conservation strategies and measures aimed at balanced coexistence of *Asclepias syriaca* L. with other species and maintenance of ecological stability in ecosystems.

3. Agriculture and economy. *Asclepias syriaca* L. can be a problem for agriculture because it competes with cultivated plants and causes losses to agricultural producers. Understanding its invasive properties is important for developing management methods for this species. Such methods include strategies to control and limit the spread of *Asclepias syriaca* L. to reduce its impact on agricultural land. This approach helps preserve crops and protect the interests of farms².

4. Global network of invasive species. The expansion of international trade and travel contributed to the spread of foreign plant species. The study of *Asclepias syriaca* L. can be an important contribution to the global understanding of invasive species and the development of strategies for their management.

5. Climate changes. Climate change can affect the distribution and invasive potential of plants. The study of *Asclepias syriaca* L. will contribute to a deeper understanding of the changes that may affect its distribution.

The indicated aspects confirm the relevance of the study of *Asclepias syriaca* L. as an invasive weed, as it contributes to the understanding of natural processes

² Shuvar I., Korpita H., Shuvar A., Shuvar B., Kropyvnytskyi R. Invasive plant species and the consequences of its prevalence in biodiversity. BIO Web of Conferences. Volume 31, 00024 (2021). doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213100024>; Shuvar I., Korpita H., Shuvar B., Shuvar A. Modern scientific strategies of development. GS publishing services Sherman Oaks. California (USA). 2022. Invasive species of plants and methods of their control in the western Forest Steppe of Ukraine. P.7-15. DOI: 10.51587/9781-7364-13395-2022-008-7-15

and the development of strategies for the preservation of biodiversity and sustainability of ecosystems.

The aim of the research is to study the biology and ecology of *Asclepias syriaca* L., to determine the mechanisms of its invasive spread and to propose herbicides for effective control of this representative.

The indicated aspects confirm the relevance of the study of *Asclepias syriaca* L. as an invasive weed, as it contributes to the understanding of natural processes and the development of strategies for the preservation of biodiversity and sustainability of ecosystems.

The aim of the research is to study the biology and ecology of *Asclepias syriaca* L., to determine the mechanisms of its invasive spread and to propose herbicides for effective control of this representative.

To achieve the set goal, a study of the effect of herbicides on *Asclepias syriaca* L. was carried out at the Lviv National Environmental University during 2021-2023. The soil of the research area is dark gray, golden, light loamy in granulometric composition. The content of humus in the arable layer (according to Tyurin) is 2.2-3.6%, at a depth of 50 cm – about 1.5%, pH – 6.2. In 1 kg of soil, the content of mobile forms of phosphorus is 91 mg, exchangeable forms of potassium – 112 mg, easily hydrolyzable nitrogen – 48 mg. The experiment included four variants (Table 1).

Table 1.

Herbicide application scheme

Variant	Herbicide	Active substance
1	Control (no herbicide)	-
2	Liumaks 537,5 SE 3,5 l/ha	375 g/l S- metolachlor 125 g/l Terbutylazine 37,5 g/l Mesotrione
3	Stellar Plus 1 l/ha	50 g/l topramesone, 160 g/l dicamba
4	Roundup Max1,0 l/ha	450 g/l glyphosate

Source: author's research

The study of the effect of herbicides on the emergence of seedlings of *Asclepias syriaca* L. is important in view of the development of agricultural production and environmental protection. As a result of the research, it was established that the action of herbicides on the seedlings of *Asclepias syriaca* L. differs depending on the phase of plant development and the type of herbicide. Among them are several conclusions:

1. In the cotyledon phase, all herbicides significantly increase the efficiency of destruction of *Asclepias syriaca* L. In this case, the herbicide “Liumaks 537.5 SE” provides the highest result with 94.0% efficiency of destruction.

2. In phase 2 of leaves, all herbicides also provide a certain level of effectiveness, but they are less effective than in the phase of cotyledons. The herbicide Liumaks 537.5 SE provides the highest degree of efficiency among the experimental variants (85.43%).

3. In phase 4 of leaves, the effectiveness of herbicides is slightly mixed, and in all versions of the experiment, herbicides have approximately the same level of effectiveness – from 62.3% to 63.1%.

4. Phase 6 leaves. At this stage, all herbicides have practically the same level of effectiveness – 40-44%. The herbicide Liumaks 537.5 SE and Roundup Max have the highest indicators among the experimental variants (Table 2).

Table 2.

**Effectiveness of herbicides on *Asclepias syriaca* L. seedlings, %
(average for 2021-2023)**

Phase of plant development <i>Asclepias syriaca</i> L.	Variant			
	Control (no herbicide)	Liumaks 537,5 SE, 3,5 l/ha	Stellar Plus, 1 l/ha	Roundup Max1,0, l/ha
Cotyledons	–	94,0	86,1	84,3
2 leaves	–	85,43	71,2	79,9
4 leaves	–	62,9	63,1	62,3
6 leaves	–	43,6	39,4	41,7

Source: author's research

Therefore, the choice of herbicide and its application depend on the phase of development of *Asclepias syriaca* L. Usually, at the initial stages of growth (cotyledons, 2 leaves), herbicides can have a more effective effect. Liumaks 537.5 SE is the most effective in these phases of weed development. However, in the later stages of development (4 leaves, 6 leaves), the difference in effectiveness between different herbicides is less noticeable. At the same time, it is important to take into account other factors, such as price and possible consequences for the environment.

As for the vegetative parts of *Asclepias syriaca* L. plants, on the 10-14th day of observation in the areas where the herbicide Liumaks 537.5 SE was applied at the rate of 3.5 l/ha, signs of lodging (loss of turgor) and deformation of the leaves of the plant were found. Complete death of vegetative plants occurred on the 20-

25th day of observation. On the 14th day of observation, leaf blade necrosis was detected, and on the 30th day after treatment, the plants completely died.

In the variants with the use of Stellar Plus (1 l/ha), the intensity of the onset of the phytotoxic effect was somewhat slowed down. On the 15th day after the application of the herbicide, the chlorophyll in the leaves of the weed plants was completely destroyed, as a result of which they acquired a yellow color. On the 18th day, death of the growth point, dropping of leaves, loss of turgor in leaf petioles, death of young and point necrosis of old leaves were detected. On the 30th day, complete necrosis and death of generative and vegetative organs of *Asclepias syriaca L.* plants was observed.

In the areas where Roundup Max (1.0 l/ha) was applied, suppression of plants was established on the 13th day. The plants were significantly behind in growth compared to the control, partial necrosis and yellowing of the leaves were detected. Death of the growth point was observed on the 16th day, and complete death - on the 30-31st day.

In the conducted study, it was established that all herbicides had an effect on reducing the mass of weeds compared to the control. In particular, Liumaks 537.5 SE and Roundup Max were the most effective 30 days after application, however, satisfactory results were also obtained from the use of Stellar Plus (Table 3).

Table 3.

**Effectiveness of herbicides on *Asclepias syriaca L.* plants, %
(average for 2021–2023)**

№	Variant	The effectiveness of the herbicide, %	Mass of weeds, g/m ²	
			30 days after herbicide application	60 days after herbicide application
1	Control (no herbicide)	–	3119	3274
2	Liumaks 537,5 SE 3,5 l/ha	87,4	387	311
3	Stellar Plus 1 l/ha	74,0	421	327
4	Roundup Max1,0 l/ha	83.6	398	320

Source: author's research

It is important that all herbicides in the experiment provided inhibition of weed development compared to the control. Liumaks 537.5 SE and Roundup Max showed the highest efficiency – 87.4% and 83.6%, respectively.

ЧЕРЕП Алла Василівна,

д-р екон. наук, професор,
академік НАН ВО України,
Запорізький національний університет, м.Запоріжжя
ORCID ID: 0000-0001-5253-7481

ВОРОНKOBA Валентина Григорівна,

доктор філософських наук, професор, академік НАН ВО
України,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету, м. Запоріжжя
ORCID ID: 0000-0002-0719-1546

ЧЕРЕП Олександр Григорович,

д-р екон. наук, професор,
Запорізький національний університет, м.Запоріжжя
ORCID ID: 0000-0001-5253-7481

НІКІТЕНКО Віталіна Олександрівна,

доктор філософських наук, професор,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету, м. Запоріжжя
ORCID ID: 0000-0001-9588-7836

ЗЕЛЕНА ЕКОНОМІКА, ЕКОНОМІКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ АБО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВА ЕКОНОМІКА ЯК МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

Зелена економіка, економіка замкнутого циклу та низьковуглецева економіка, по суті, є моделями економічного розвитку, які відповідають концепції сталого розвитку та мають однаковий системний погляд, погляд на розвиток, погляд на виробництво, погляд на споживання та кінцеву мету. Між цими трьома видами економіками існують певні відмінності у конкретних проблемах, на які вони націлені, масштабах та методах їхнього впливу. Зелена економіка – це загальний термін для всіх ресурсозберігаючих, екологічно чистих видів економічної діяльності та її результатів. З часу реформ та відкритості Китай досяг великих успіхів у економічному будівництві, але модель розвитку з високими

інвестиціями, високим споживанням та високим рівнем забруднення безпосередньо призвела до серйозної ситуації, пов'язаної з надмірними ресурсами та екологічними витратами економічного зростання. У цій ситуації розвиток зеленої економіки, економіки замкнутого циклу або низьковуглецевої економіки став неминучим вибором, що дозволив подолати обмеження екологічного середовища та вузькі місця природних ресурсів у процесі економічного розвитку та сприяти сталому розвитку національної економіки. Ми в основному проаналізували міжнародний досвід упровадження зеленої економіки, звернули увагу на будівництво зеленої цивілізації у Китаї та сприяли розробці зеленої економіки як концепції економічного розвитку¹.

Зелена економіка – концепція економічного розвитку, яка ставить перед собою завдання зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та створення більш сталої економіки. Ця концепція включає різні аспекти, такі як збалансоване використання ресурсів, зменшення викидів, розвиток відновлюваних джерел енергії та створення нових «зелених» ринків і робочих місць. Зелена економіка – ставить перед собою мету зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та створення сталого бізнесу. Існує багато прикладів інноваційних практик та зелених стратегій у різних країнах, які варті розгляду: 1. Скандинавські країни (Швеція, Данія, Норвегія, Швейцарія) відомі своїм підходом до зеленої економіки, активно працюють над зменшенням викидів CO₂ і використанням відновлюваних джерел енергії². Крім того, вони впроваджують ініціативи щодо відновлення лісів та зменшення використання пластику, активно вкладають кошти в альтернативні джерела енергії, особливо вітроенергетику та сонячні електростанції. Вони також ведуть політику стимулювання використання гібридних автомобілів та громадського транспорту на альтернативних паливах. Активно використовують відходи для виробництва енергії та визнана світовим лідером у сфері відновлюваної енергії, особливо в біомасі та вітровій енергетиці.

1 Череп А.В., Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Череп О.Г. Концепція циркулярної (кругової) або економіки замкнутого циклу як різновиду нового типу економіки. "Vectors of the development of science and education in the modern world" ("Вектори розвитку науки і освіти на сучасному світі") / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. С.96-113.

2 Воронкова В.Г., Череп А.В., Череп О.Г. Гуманістичні концепції «регенеративної економіки» та «спільного блага» як ефективний чинник управління людськими ресурсами. Theoretical and practical aspects of modern scientific research: collective monograph. Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing. Services, 2022. p.27-40.

Швейцарія активно впроваджує енергоефективні рішення в будівництві та має великий досвід в сфері водозбереження та відновлюваної енергії. 2. Фінляндія велику увагу приділяє сталому лісовому господарству та має строгі екологічні стандарти в лісопильній та деревообробній галузях. Крім того, активно вивчає використання відновлюваної енергії, зокрема геотермальної енергії. 3. Австралія великий ігрок в сфері сонячної та вітрової енергетики, інвестує в дослідження та розвиток технологій для водозбереження та боротьби зі споживанням води в сільському господарстві. 4. Голандія славиться своєю інфраструктурою для велосипедів, високою якістю водних доріг та технологіями для водоправління. Країна активно працює над використанням вітрової енергії та впровадженням інновацій в аграрний сектор. 5. Німеччина, яка проводить політику екологічного менеджменту та активно заохочує підприємства до прийняття стандартів сталості та впровадження заходів з екологічної ефективності в виробництво. Німеччина відома своєю екологічною ініціативою «Енергетична трансформація» (Energiewende), яка передбачає поступове відмовлення від вугілля та ядерної енергії на користь відновлюваної енергії, такої як вітро- та сонячна енергія. 6. Канада, яка має широкий досвід у зеленій економіці у галузі видобутку природних ресурсів, зокрема в нафтовій і газовій промисловості та активно заохочує збереження лісів та природних екосистем. Канада відома своїми природними ресурсами та роботою в галузі лісового господарства, інвестує у чисту технологію та великі сонячні електростанції. 7. Японія, яка відома своєю системою «Kaizen» (постійного вдосконалення) та іншими підходами до оптимізації виробництва і використання ресурсів, організації якої активно впроваджують принципи відходів та раціонального використання матеріалів. 8. Китай, підприємства якого працюють над реформами в сфері зеленої економіки, включаючи енергоефективність і зменшення викидів CO₂, активно інвестує в відновлювану енергетику та стимулює розвиток зелених технологій. Китай є однією з найбільших країн, що інвестує в сферу відновлюваної енергії, зокрема великі сонячні та вітрові проекти, веде політику зменшення викидів CO₂ та робить акцент на електромобілях. 9. США, які формують програми та ініціативи зеленої економіки на федеральному та штатовому рівнях, розвивають сталі практики у сфері відновлюваних джерел енергії та зменшення

викидів CO₂. У США різні штати активно розвивають зелену економіку з різними акцентами. Наприклад, Каліфорнія відома своєю підтримкою сонячної енергії та електромобілів, Техас розвиває вітрову енергетику, на федеральному рівні США також відзначається збільшенням інвестицій у зелені технології. Зелена економіка стає все більш важливою у світі, де зростають занепокоєння щодо змін клімату та стану навколишнього середовища. Різні країни та регіони розробляють свої стратегії та ініціативи для досягнення сталості у бізнесі та суспільстві. Ці країни відомі своєю активною політикою зеленої економіки та сталими ініціативами щодо збереження природи та ресурсів. Їх досвід може слугувати прикладом для інших країн, які прагнуть розвивати зелену економіку³.

Ключові аспекти зеленої економіки включають в себе: 1. Відновлювані джерела енергії: Розвиток сонячної, вітряної, гідро- та інших відновлюваних джерел енергії для зменшення залежності від вугілля та інших вичерпних джерел. 2. Енергоефективність: Зменшення енергоспоживання та підвищення продуктивності енерговитрат в різних галузях економіки. 3. Управління відходами та переробка: Зменшення сміття та стимулювання вторинного використання та переробки ресурсів. 4. Стійке використання природних ресурсів: Збалансоване використання лісів, водних ресурсів та інших природних благ з метою запобігання їх вичерпанню. 5. Екологічний дизайн та інновації: Розробка продуктів та технологій, які мають менший негативний вплив на навколишнє середовище. 6. Зелені робочі місця: Створення нових робочих місць у сферах, пов'язаних із зеленим бізнесом та сталою енергетикою. 7. Збалансоване виробництво та споживання: Підтримка споживачів у виборі більш сталої продукції та споживання⁴.

Найвідоміші дослідники, які внесли вклад у зелену економіку:

1. Ніколас Стерн: Відомий своєю роботою в галузі економіки зміни клімату та сталого розвитку. 2. Амартья Сен: Нобелівський лауреат, який працював над концепцією сталого розвитку та розробив індекс людського розвитку (Human Development Index). 3. Джейн Гудолл: Відома британська приматолог та зоолог, яка активно виступає за збереження природи

3 Воронкова В.Г., Череп А.В., Череп О.Г. Розвиток мережевої (інтернет-економіки) в умовах цифровізації: принципи, закони, тенденції розвитку. Science and society: trends of interaction : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. С.31-48.

4 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О. Формування та розвиток цифрової економіки у високорозвинутих країнах світу. Prospective directions of scientific and practical activity : collective monograph /Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov.

та збалансоване використання ресурсів. 4. Лестер Браун: Засновник Worldwatch Institute і автор численних книг про сталий розвиток та зелену економіку. Зелена економіка стала важливою концепцією у сучасному світі, оскільки глобальні проблеми, такі як зміна клімату та вичерпання ресурсів, стають все більш актуальними. Багато країн і міжнародні організації вже впроваджують стратегії та політики, спрямовані на побудову зеленої економіки. Зелена економіка – це сучасний підхід до економічного розвитку, який покликаний поєднувати економічні вигоди і збереження навколишнього середовища. Вона покликана стимулювати сталий розвиток, зменшити негативний вплив господарства на природу та забезпечити довгостроковий економічний успіх.

Характеристики зеленої економіки: 1. Збалансованість між прибутком, людьми і планетою: Зелена економіка визнає важливість збалансованого розвитку, у якому досягаються економічні цілі (прибуток), соціальна відповідальність (люди) і охорона навколишнього середовища (планета). 2. Зменшення викидів та забруднення: Зелена економіка покликана зменшити викиди шкідливих речовин у атмосферу та водні ресурси, сприяючи чистому повітрю і воді. 3. Зелена економіка акцентує на використанні відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітряна енергія, для зменшення залежності від вугілля та інших вичерпних джерел. 4. Зелена економіка сприяє сталому виробництву та споживанню, зменшенню відходів та ефективному використанню ресурсів. 5. Розвиток продуктів і технологій, які мають менший екологічний вплив і сприяють сталому розвитку. 6. Створення нових робочих місць у сферах, пов'язаних із зеленим бізнесом та сталою енергетикою. 7. Зелена економіка передбачає співпрацю між урядами, бізнесом та громадами для розробки та впровадження політик та стратегій сталого розвитку. 8. Зелена економіка вимагає глобального підходу, оскільки екологічні проблеми не мають кордонів і потребують спільних рішень⁵.

Зелена економіка визнає важливість раціонального використання ресурсів, збереження природи та забезпечення високої якості життя для всіх громадян. Вона розглядається як стратегія, яка допоможе зменшити вплив господарства на зміну клімату, використання

5 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Мар'єнко В.Ю. Становлення і розвиток цифрового менеджменту на підприємстві. Science and society: trends of interaction : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. С. 49–67.

природних ресурсів та інші екологічні проблеми, зберігаючи при цьому економічний розвиток і соціальний прогрес. Зелена економіка – це концепція, яка стосується сталого використання ресурсів та збереження довкілля. Зелена економіка – це концепція, яка ставить перед собою завдання створення сталої економічної системи, що базується на сталому використанні ресурсів, збереженні природи та включенні соціальної відповідальності. Основні напрями розвитку зеленої економіки є: 1) відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова та гідроенергетика. 2) збереження природи та біорізноманітості; 3) зелені технології та інновації для зменшення впливу на довкілля; 4) стале виробництво та споживання; 5) стимулювання сталого бізнесу та підприємництва. Зелена економіка спрямована на створення високоефективних економічних систем, які сприяють збереженню природи та покращенню якості життя суспільства.

Зелений менеджмент та зелена економіка важливі для досягнення сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Вони взаємопов'язані і доповнюють одна одну, сприяючи більш стійкому та ефективному господарюванню на користь природи та суспільства. Удосконалення зеленої економіки та зеленого менеджменту є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку та зменшення негативного впливу на довкілля. Зелена економіка: 1. Подальше інвестування в сонячну, вітрову, гідроенергетику та інші відновлювані джерела енергії допоможе зменшити залежність від вугілля та інших забруднюючих джерел енергії. 2. Інвестування в дослідження та розвиток зелених технологій сприяє покращенню енергоефективності, зменшенню викидів CO₂ та покращенню сталості. 3. Стимулювання зеленого підприємництва: підтримка стартапів та підприємств, що спеціалізуються на зелених ініціативах, може сприяти інноваціям у сфері сталості. 4. Популяризація усвідомленого та сталого споживання може допомогти зменшити надмірну споживчу активність та відходи. 5. Зелені будівельні стандарти та технології можуть допомогти зменшити споживання енергії та ресурсів у будівництві та експлуатації будівель⁶.

6 Метеленко В.Г., Воронкова В.Г., Нікітенко В.О. Сіліна І.В. Становлення і розвиток smart-економіки та її модифікацій в умовах цифрового розвитку. "Vectors of the development of science and education in the modern world" ("Вектори розвитку науки і освіти на сучасному світі") / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. С. 79–95

Зелений менеджмент:

1. Системи сертифікації сталості: Впровадження та використання сертифікаційних систем, таких як LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) або ISO 14001, сприяє створенню зелених стандартів та покращенню зеленого менеджменту. 2. Управління персоналом: Освіта та навчання персоналу щодо зеленого менеджменту та сталості є ключовими для внутрішньої культури організації. 3. Зелений ланцюжок постачання: Залучення постачальників до зелених ініціатив та стандартів може допомогти зменшити вплив організації на навколишнє середовище. 4. Моніторинг та відкритість: Системи моніторингу та звітності щодо впливу на довкілля дозволяють оцінювати та вдосконалювати зелений менеджмент. 5. Впровадження циркулярної економіки: Перехід до циркулярної економіки, де відходи стають ресурсами, може покращити сталість та зменшити відходи. Ці напрями спрямовані на поступове поліпшення зеленої економіки та зеленого менеджменту, зменшення екологічного сліду та сприяння сталому розвитку. Вони можуть бути впроваджені на різних рівнях, від окремих підприємств до національних та міжнародних стратегій⁷.

Зелена економіка знаходиться у руслі сталого розвитку. Поява зеленого економічного мислення пов'язане з роздумами людей про відносини між людиною та природою. У середині 20 століття, зіткнувшись з чорною цивілізацією з чорним димом, що клубиться, і гудучими машинами, людство почало вести зелений роздум. Першовідкривачем стала американський біолог Рейчел Карсон. У своїй книзі «Тиха весна», опублікованій у 1962 році, вона розкрила величезний руйнівний вплив забруднення навколишнього середовища, викликаного промисловим розвитком, на природну екосистему, і виступила за те, щоб промисловий розвиток був зосереджений на зменшенні забруднення та шкоди екологічному середовищу. Ця ідея вважається зародком зеленої економічної думки.

1972 став знаменним роком для людського роздуму над розвитком «зеленого контенту». Цього року дослідницька доповідь Римського клубу «Межі зростання» попередила людей: безладне зростання населення і

⁷ Воронкова В.Г., Череп А.В., Нікітенко В.О., Череп О.Г. Штучний інтелект та його атрибути: умови поліпшення функціональності та взаємодії з користувачами. Actual problems of education and science in the conditions of war : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks California : GS Publishing Services, 2023. С. 39-55.

промисловості зрештою буде обмежено виснаженням ресурсів Землі та руйнуванням екологічного середовища. У тому ж році в Стокгольмі пройшла Конференція ООН з довкілля людини і була створена Програма ООН з довкілля (ЮНЕП). Представники різних країн, які брали участь у конференції, спільно виступили із закликом «є лише одна Земля». та ухвалили Декларацію про навколишнє середовище людини. З того часу захист навколишнього середовища був включений до порядку денного людського розвитку, і ідея про те, що економічний розвиток має враховувати екологію та охорону навколишнього середовища, поступово була прийнята людством. 1989 року британський економіст-еколог Девід Пірс та інші вперше запропонували термін «зелена економіка» у своїй книзі «Проект зеленої економіки», прирівнюючи зелену економіку до економіки сталого розвитку та поглиблено обговорюючи реалізацію сталого розвитку. з погляду економіки довкілля. Шлях до сталого розвитку. У жовтні 2008 року Програма ООН з довкілля запустила «Новий глобальний зелений курс» та «План зеленої економіки», метою якого є змусити світових лідерів та політиків у відповідних відомствах усвідомити, що «озеленення» економіки – це не тягар для економічного зростання, а його двигун⁸. В умовах численних світових енергетичних, продовольчих та фінансових криз Програма ООН з навколишнього середовища вперше систематично висунула ініціативу щодо розвитку «зеленої» економіки, яка отримала позитивний відгук міжнародної спільноти та стала новою тенденцією та тенденцією у світовій економіці. область глобального навколишнього середовища та розвитку. З погляду еволюції зеленої економічної думки, зелена економіка як така перестав бути новою концепцією і відповідає ідеї сталого розвитку. Зелена економіка розглядає гармонію між людиною та природою як свою основу, а сталий розвиток – як свою мету. невід’ємний елемент економічного розвитку. Охорону навколишнього середовища слід розглядати як важливу основу для досягнення сталого розвитку; стійкий розвиток економіки, суспільства та навколишнього середовища слід розглядати як мету розвитку зеленої економіки; озеленення та екологізацію процесів та

8 Череп А.В., Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Череп О.Г. Становлення і розвиток «нової економіки» як різновиду «економіки знань». "Vectors of the development of science and education in the modern world". Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023.

результатів економічної діяльності. слід як основну основу розвитку «зеленої» економіки⁹.

Циклічна економіка (циркулярна економіка) як важливий спосіб реалізації наукового погляду на розвиток

Ідею циркулярної економіки вперше запропонував американський економіст Кеннет Болдінг у статті «Земна економіка майбутніх космічних кораблів» (1966). Відштовхуючись від закону безсмертя матерії, Болдінг порівняв Землю з космічним кораблем, прагнучи проілюструвати, що Земля є матеріально замкнутою системою, а взаємозв'язок між економікою та довкіллям у системі є не лінійну залежність, а циклічні відносини. Пропозиція ідеї циркулярної економіки є роздумом людства про нестійкий традиційний режим економічного зростання і відображає розуміння людством взаємовідносин, що поглиблюється, між людиною і природою. 1990 року Девід Пірс і Келлі Тернер створили першу теоретичну модель економіки замкнутого циклу, офіційно названу на честь економіки замкнутого циклу, засновану на ідеях економіки замкнутого циклу Болдінга. У цій моделі економічна система та природна екосистема вже не є двома незалежними системами, а зливаються в одну, утворюючи велику еколого-економічну систему¹⁰.

Основну ідею циркулярної економіки можна резюмувати як «внутрішній та зовнішній баланс, інтегроване звернення». «Внутрішній та зовнішній баланс» полягає в тісному поєднанні внутрішнього балансу, що відображає відтворювальні відносини всередині економічної системи, із зовнішнім балансом, що відображає відтворювальні відносини між економічною системою та екологічною системою; «інтегрована циркуляція» включає два значення: з екології Економіці Починаючи з точки зору системи в цілому, ми повинні координувати відносини потоків матеріального обігу всередині економічної системи і між економічною системою і екологічною системою; розглядати економічну систему та екологічну систему як єдину велику систему, яка функціонально взаємозалежні та починаються із загальної функції великої системи. Починаючи з циклу відтворення, ми розуміємо

9 Artificial intelligence: an era of new threats or opportunities? monograph. Edited by Irina Tatomyr, Liubov Kvasnii. Praha: Oktan print, 2023, 260 p. Розділ 18. Cherep A.V., Voronkova V.H. Bekhter L.A., Cherep O.H., Lyshchenko E.G. Minimization of information security risks amid the challenges of digital society. P. 190-201.

10 Воронкова В.Г., Череп А.В., Череп О.Г. Концепція блокчейн-економіки як економіки нового типу в умовах цифровізації. Modern scientific strategies of development? Modern scientific strategies of development : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. С.54-61.

проблему стійкості людської економіки. Практика економіки замкнутого циклу розпочалася у 1970-х та 1980-х роках. Розвинені країни поступово вступили до стадії постіндустріалізації. Велика кількість відходів, що залишилися після індустріалізації, та велика кількість відходів, що утворюються в суспільствах, орієнтованих на споживача, поступово стали важливими проблемами, з якими доводиться стикатися. їхній сталий розвиток. У цьому контексті деякі розвинені країни, такі як Німеччина та Японія, розглядають розвиток економіки замкнутого циклу та побудову суспільства замкнутого циклу як важливий спосіб реалізації стратегій сталого розвитку. Утилізація потім пошириться на виробничу сферу, реалізує зв'язок між венозною та артеріальною індустріями та сприятиме створенню стійких моделей виробництва та споживання¹¹.

Основні напрями розвитку економіки замкнутого циклу на практиці є:

По-перше, побудова промислового симбіозу та промислової екологічної системи розглядається як технічна особливість економіки замкнутого циклу. За допомогою комплексного еколого-економічного планування та проектування соціальної та економічної діяльності різні підприємства можуть формувати загальні ресурси¹². Промислова симбіотична комбінація дозволяє відходам, що утворюються в процесі виробництва, стати сировиною для подальшого виробничого процесу, забезпечувати комплексну утилізацію відходів, досягати оптимального розподілу ресурсів між галузями та дозволяє регіональним матеріалам та енергії постійно використовувати в економічному циклі. По-друге, прийняти принцип «3R» скорочення, повторного використання та переробки як основу реалізації економіки замкнутого циклу. По-третє, розділити просування та впровадження економіки замкнутого циклу на три рівні від низького до високого: рівень підприємств з чистим виробництвом як основний зміст та регіональний рівень з будівництвом мереж промислового симбіозу та екологічних парків як основний зміст. з метою просування екологічно чистого споживання та утилізації відходів¹³.

11 Фурсін О.О. Територіальне управління та місцеве самоврядування: проблеми, виміри, перспективи. Vectors of the development of science and education in the modern world : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. 358 p. С. 308-323.

12 Cherep, Alla, Voronkova, Valentyna, Cherep, Oleksandr, & Kaliuzhna, Iuliia. A humanistic and cross-cultural approach to organization management as a factor of people's democracy. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house "Helvetica", 2023. 14 (91). P. 184–195.

13 Metelenko, Natalya, Vasylychuk, Gennadiy, Kaganov, Yuriy, Nikitenko, Vitalina, Voronkova, Valentyna. Digital cultural development under new threats and challenges. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house "Helvetica", 2023. 15 (92). P.33-43

Соціальний аспект будівництва мереж із переробки відходів є основним змістом. Наприкінці XX століття практичний досвід циркулярної економіки в розвинених країнах, таких як Німеччина, Японія та Данія, було представлено нашій країні та привернув увагу відповідних державних відомств. рівень підприємства та парку. З 2000 року уряд Китаю приділяє все більше уваги циркулярній економіці та розглядає розвиток циркулярної економіки як важливий спосіб реалізації наукової концепції розвитку та побудови ресурсозберігаючого та екологічно чистого суспільства. В даний час наша країна стала країною з найбільшим просуванням та найширшим і найглибшим розвитком економіки замкнутого циклу у світі. У моїй країні було оприлюднено та реалізовано Закон про заохочення циркулярної економіки; шість міністерств і комісій, включаючи Національну комісію з розвитку та реформ, просували дві групи пілотних проектів циркулярної економіки на різних рівнях по всій країні, включаючи регіони, галузі, парки та підприємства, та поступово просували їх по всій країні. Поглиблений розвиток економіки замкнутого циклу відіграв важливу роль у перетворенні моделі розвитку прискоренні будівництва екологічної цивілізації у Китаї¹⁴.

Низьковуглецева економіка з цільовим підходом відповідає принципам енергозбереження та скорочення викидів. Низьковуглецева економіка запропонована як формальна концепція виникла у 2003 році у британському енергетичному документі «Наше енергетичне майбутнє: створення низьковуглецевої економіки» у 2003 році. З того часу її досягнення були підтвержені у «дорожній карті» Балійської конференції Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. Після початку міжнародної фінансової кризи, коли адміністрація Обама в США пов'язала низьковуглецеву економіку з економічним порятунком, розвинуті країни одну за одною розгорнули та реалізували низьковуглецеві економічні стратегії, що привернула широку увагу у всьому світі¹⁵.

Під низьковуглецевою економікою розуміють принципи концепції сталого розвитку, які реалізуються за допомогою технологічних

14 Нікітенко В.О., Васильчук Г.М., & Мержинський Є.К. Мережева економіка як чинник підвищення ефективності цифровізації у контексті розвитку цифрового суспільства від 1G до 5G. HUMANITIES STUDIES : Collection of Scientific Papers / ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house "Helvetica", 2022. 10 (87). С. 112-121.

15 Венгерська, Наталя, Череп, Алла, Воронкова, Валентина, Лариса, Безкоровайна, Лариса, Череп, Олександр & Бойка, Олена. Кластерна модель організації сільського туризму в європейському союзі: теоретичні та практичні аспекти. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed.V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishinghouse "Helvetica", 2023. 15 (92). P.142-151.

інновацій, інституційних інновацій, промислової трансформації, розвитку нової енергетики та інших засобів, спрямованих на скорочення споживання високовуглецевої енергії, такої як вугілля та нафта, максимально можливою мірою. можливо, скоротити викиди парникових газів і досягти економічних та соціальних цілей. Низьковуглецева економіка – це модель економічного розвитку, яка є «безпрограшною» між розвитком та захистом екологічного середовища¹⁶. Низьковуглецева економіка характеризується низьким споживанням енергії, низькими викидами та низьким рівнем забруднення, вимагає реагування на вплив вуглецевої енергетики на потепління клімату та спрямована на досягнення сталого економічного та соціального розвитку. Розвиток низьковуглецевої економіки означає організацію соціально-економічної діяльності людини та скорочення викидів парникових газів, головним чином вуглекислого газу.

Низьковуглецева трансформація галузі включає чотири аспекти: 1) створення низьковуглецевої промислової структури, основним засобом якої є енергійний розвиток щодо низьковуглецевої третинної промисловості та збільшення частки вкладу третинної промисловості в розвиток національна економіка; 2) формування низьковуглецевої системи виробництва та обігу. У процесі виробництва та обігу ми можемо скоротити енергетичні відходи, підвищити ефективність використання енергії та скоротити викиди вуглецю у процесі виробництва та обігу за рахунок чистого виробництва, каскадного використання енергії та використання; 3) розробка продуктів для споживання. Продукти та послуги з меншими викидами вуглекислого газу в процесі досягнення низької карбонізації продуктів та послуг; 4) розвиток нових галузей, які забезпечують технічні та сервісна підтримка низьковуглецевого розвитку, такі як торгівля викидами вуглецю, розробка та просування низьковуглецевих енергетичних технологій, поглинання вуглецю лісами тощо¹⁷.

Низьковуглецева трансформація енергетики покликана поліпшити енергетичну структуру, в якій переважає високовуглецева енергія, в основі якої збільшення частки низьковуглецевої енергетики, особливо

16 Череп, Алла, Воронкова, Валентина, Череп, Олександр, Калюжна Юлія, Андрюкайтене Регіна. Формування гуманістичної візії Digital-HRM в організації в умовах INDUSTRY 4.0. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed.V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishinghouse "Helvetica", 2023. 16 (93). P.190-200

17 Нікітенко В.О. Соціальне проектування у публічному управлінні. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed.V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishinghouse "Helvetica", 2023. 16 (9). P.174-182.

енергії з нульовим викидом вуглецю (сонячна енергія, енергія вітру). Низьковуглецева трансформація життєвого споживання включає енергійний розвиток і просування низьковуглецевих будівель, низьковуглецевого транспорту і низьковуглецевого способу життя¹⁸. Цілі та підходи низьковуглецевої економіки відповідають принципам енергозбереження та скорочення викидів. Низьковуглецева економіка – це поглиблення та розширення енергозбереження, скорочення викидів, циркулярної економіки та національної енергетичної та екологічної політики. В даний час Китай, взяв на себе ініціативу взяти на себе відповідальність за скорочення викидів вуглецю, чітко запропонував індекс інтенсивності скорочення викидів вуглецю та індекс збільшення поглинання вуглецю лісами, і почав посилювати посібник з планування та покращувати підтримку. Такі міста, як Шанхай, Баодін та Наньчан, уже сформулювали плани низьковуглецевого економічного розвитку та стали першими пілотними містами з низьковуглецевою економікою¹⁹.

Взаємозв'язок між зеленою економікою, циркулярною економікою та низьковуглецевою економікою.

Зелена економіка, економіка замкнутого циклу та низьковуглецева економіка, по суті, є моделями економічного розвитку, які відповідають концепції сталого розвитку, що має знаходитися в межах спроможності ресурсів та навколишнього середовища. Це концепція виробництва, або економії ресурсів, підвищення ефективності використання та проведення екологічно чистого виробництва, максимально можливої переробки матеріалів; Одна й та кінцева мета – сприяння гармонії між людиною і природою і досягнення сталого розвитку, розвиток зеленої економіки, економіки замкнутого циклу та низьковуглецевої економіки по суті те саме. З інтерпретації зеленої економіки, економіки замкнутого циклу та низьковуглецевої економіки ми бачимо, що існують певні відмінності у конкретних питаннях, масштабах та методах цих видів економіки²⁰.

18 Бурашнікова, Олена. Міжнародний досвід цифровізації в податковій сфері. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house "Helvetica", 2023. 14 (91). P. 148–157.

19 Ажажа Марина, Венгер Ольга, & Фурсін Олександр. Концепція цифрового маркетингу 4.0: еволюція, характеристика, типологія. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house "Helvetica", 2023. 14 (91). P. 135–147.

20 Sliuser, Mykyta. Establishment and development of the network platform model in China and its impact on the formation of the digital economy. Humanities studies: Collection of Scientific Papers . Zaporizhzhia: Publishing house "Helvetica", 2023. 14 (91). P. 165–175.

Зелена економіка зазвичай відноситься до економічної діяльності та її результатів, які гармонійні між людиною та природою (або ресурсозбеігаючі, екологічно чисті). Це широкомасштабна концепція, що включає всі аспекти економічної діяльності, такі як виробництво, обіг, розподіл та споживання, а також охорона навколишнього середовища та екологічне будівництво. Економіка замкнутого циклу та низьковуглецева економіка належать до категорії зеленої економіки.

Циклічна економіка відноситься до економічної форми благодійного циклу екологічної економічної системи, в якій особлива увага приділяється контролю тиску економічної системи на природну екосистему до мінімуму за допомогою економічного використання природних ресурсів, повторного використання предметів, а також переробки та переробки. нешкідливість відходів. У межах діапазону перенесення та повною мірою використовуючи можливості високоентропійного матеріалу та перетворення енергії природної екосистеми, економічна система може бути гармонійно інтегрована у матеріальний та енергетичний цикл природної екосистеми. На практичному рівні економіка замкнутого циклу значною мірою сприяла збереженню ресурсів та екологічності за рахунок реалізації принципу «3R» і є більш здійсненою. Її також можна як спосіб досягнення зеленої економіки²¹.

Основна мета низьковуглецевої економіки або низьковуглецевого розвитку – реагування на зміну клімату та скорочення викидів парникових газів. Це важлива частина зеленої економіки. Низьковуглецевий розвиток вимагає реалізації низьковуглецевих галузей промисловості, щоденного споживання та енергії, а також скорочення викидів парникових газів в економічному розвитку. З погляду скорочення споживання вуглецю, підвищення ефективності використання енергії та скорочення викидів вуглекислого газу, це особливий спосіб розвитку економіки замкнутого циклу. Водночас розвиток економіки замкнутого циклу, включаючи збереження всіх природних ресурсів та скорочення всіх відходів та забруднюючих речовин, є одним із ефективних способів сприяння низьковуглецевому розвитку²².

21 Sliusar, Mykyta. Stablishment and development of the network platform model in China and its impact on the formation of the digital economy. Humanities studies: Collection of Scientific Papers . Zaporizhzhia: Publishing house "Helvetica", 2023. 14 (91). P. 165–175.

22 Voronkova, V., Nikitenko, V., Oleksenko, R., Andriukaitiene, R., & Polysaiev, O. (2023). Environmental crisis overcoming as a factor for achieving economic sustainability in the context of the European green course. Cuestiones Políticas, 41(77), 612-629.

Зелена економіка, економіка замкнутого циклу та низьковуглецева економіка повністю збігаються за своєю суттю та основною ідеологією, але існують відмінності у конкретних питаннях, акцентах та галузях, що викликають занепокоєння. Враховуючи загальну, але диференційовану відповідальність усіх країн світу у вирішенні основної проблеми глобальної зміни клімату, як ми можемо досягти цілей розвитку національної економіки та захистити фундаментальні інтереси мас, одночасно скорочуючи викиди парникових газів. Головне завдання – прискорення створення та вдосконалення економічної системи для зеленого, низьковуглецевого та замкнутого розвитку», в яких йдеться, що створення та вдосконалення економічної системи для зеленого, низьковуглецевого та замкнутого розвитку та сприяння комплексній «зеленій» трансформації економічного та соціального розвитку є ключем до вирішення ресурсних, екологічних та екологічних проблем. До 2025 року у Китаї буде в основному створено промислову систему переробки ресурсів, систему переробки ресурсів, що охоплює все суспільство²³. Частка відновлюваних ресурсів, що замінюють первинні ресурси, була ще більша, а допоміжна роль економіки замкнутого циклу в забезпеченні ресурсної безпеки ще більше підкреслена. В умовах циклічного розвитку економіки з подвійним викидом вуглецю галузь відновлюваних ресурсів має гарні соціальні вигоди та економічну цінність. Відновлювані ресурси відносяться до матеріальних ресурсів, які були розроблені і використані один раз, а потім утилізовані і можуть бути перероблені, перероблені та повторно використані. Індустрія переробки матеріалів є типовою зеленою галуззю, яка сприяє вирішенню екологічно чистих проблем та може надати важливу підтримку для досягнення піку викидів вуглецю та досягнення вуглецевої нейтральності²⁴. Для виконання місії «зеленого» розвитку Китайська асоціація з переробки матеріалів відіграватиме свою роль у побудові «зеленого» ланцюжка поставок та досягненні ефективного розподілу ресурсів для сприяння «зеленому» розвитку.

23 Voronkova, Valentyna, Nikitenko, Vitalina, Oleksenko, Roman, Andriukaitiene, Regina, Kharchenko, Julia, Kliuinenko, Eduard. Digital technology evolution of the industrial revolution from 4g to 5g in the context of the challenges of digital globalization. (Еволюція цифрових технологій промислової революції від 4g до 5g у контексті викликів цифрової глобалізації). TEM Journal. Volume 12, Issue 2, pages 732-742, ISSN 2217-8309, May 2023.

24 Нікітенко В.О., Васильчук Г.М., & Мержинський Є.К. Мережева економіка як чинник підвищення ефективності цифровізації у контексті розвитку цифрового суспільства від 1G до 5G. HUMANITIES STUDIES : Collection of Scientific Papers / ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house "Helvetica", 2022. 10 (87). С. 112-121.

Створено інституційне середовище для зеленого розвитку, щоб допомогти підприємствам розширити бізнес, покращити корпоративну комунікацію та співпрацю, а також побудувати стандартизований ланцюжок «зеленої» промисловості та ланцюжок поставок. З іншого боку, необхідно було оптимізувати ринкове середовище, удосконалювати систему галузевої політики, використовувати Інтернет, блокчейн та технології великих даних для створення комплексної платформи інформаційного обслуговування ланцюжка поставок, створити систему відстеження та використовувати відстеження. кредитні механізми для злому розвитку галузі та питань регулювання. Індустрія відновлюваних ресурсів перебуває у процесі швидкого розвитку. Індустрія переробки матеріалів активно практикує скорочення викидів вуглекислого газу та вуглецеву нейтральність, підвищує швидкість переробки та ефективність використання ресурсів за рахунок підвищення технологічного рівня та наукового змісту, забезпечує більше відновлюваної сировини для соціальних потреб²⁵. Завдяки спільним зусиллям усіх секторів суспільства та рішучій підтримці державних відомств буде посилено основну функцію громадського обслуговування системи переробки відновлюваних ресурсів, будівництво системи переробки буде включено до планування міського розвитку, промисловості поступово розроблятимуться плани доступу та управління, а також створюватимуться підприємства з переробки відходів. Планування промислових технологій, зміцнення статистики та інформаційного будівництва, створення більш потужного середовища для розвитку промисловості та внесення більшого вкладу в екологічно чисті, низьковуглецеві та циклічний розвиток²⁶.

1. Керівники підприємств повинні глибоко розуміти сенс та значення комплексної «зеленої» трансформації економічного та соціального розвитку. Щоб досягти максимальної нейтральності вуглецю, нам не обов'язково робити це тому, що нас про це просять інші, ми повинні зробити це самі. Це неминуча вимога для моєї країни для досягнення екологічно чистого та високоякісного розвитку. Це великі та глибокі економічні та соціальні системні зміни. В даний час виробництво

25 Voronkova, V., Nikitenko, V., & Vasylychuk, G. (2023). Foreign experience in implementing digital education in the context of digital economy transformation. *Baltic Journal of Economic Studies*, 9(3), 56-65.

26 Череп А.В., Воронкова В.Г., & Череп О.Г. Humanocracy as a factor of improving human resources management in organizations. *HUMANITIES STUDIES: Collection of Scientific Papers* / ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia: Publishing house "Helvetica", 2022. 10 (87). С. 134-141.

та спосіб життя «масового виробництва, масового споживання та масових викидів» ще фундаментально не змінилися. трансформація економічного та соціального розвитку. Сприяння комплексної «зеленої» трансформації економічного та соціального розвитку є важливим проявом глибокої реалізації ідеї екологічної цивілізації та повної, точної та всебічної реалізації нової концепції розвитку. Щоб сприяти комплексній зеленій трансформації економічного та соціального розвитку та дотримуватися екологічного пріоритету та зеленого розвитку, ми маємо твердо слідувати шляхом нашої країни будівництва екологічної цивілізації²⁷.

2. Сприяти комплексній «зеленій» трансформації економічного та соціального розвитку, що є нагальною необхідністю координації просування високоякісного економічного розвитку та високого рівня захисту навколишнього середовища та досягнення сталого розвитку китайської нації. В даний час основна суперечність у нашому суспільстві трансформувалася в суперечність між зростаючими потребами людей у кращому житті та незбалансованим та неадекватним розвитком²⁸. Головне завдання керівників – неухильно просувати комплексну зелену трансформацію економічного та соціального розвитку, форсувати трансформацію традиційної моделі виробництва та моделі споживання «масового виробництва, масового споживання, масових викидів», координувати просування високоякісного економічного розвитку та високого рівня захисту довкілля. та створювати більше матеріальних благ. Забезпечуючи людям більше екологічних суспільних благ та духовного багатства, стало нагальною вимогою реалізувати орієнтовану на людину екологічну концепцію та домогтися сталого розвитку китайської нації.

3. Зміцнити планування зеленого та низьковуглецевого розвитку. По-перше, повністю інтегрувати цілі та вимоги піку викидів вуглецю та вуглецевої нейтральності у середньострокове та довгострокове планування економічного та соціального розвитку, а також посилити підтримку та

27 Воронкова Валентина, & Нікітенко Віталіна. «Суспільство ризику» як назва сучасної епохи. Матеріали XIII Міжнародної наукової конференції «Соціальне прогнозування та проектування майбутнього: перемога, мир та відновлення у післявоєнній Україні» (28 квітня 2023 року, м. Запоріжжя) / І.О. Кудінов (гол. ред.), М.А. Лепський (наук. ред.); ред. кол.: Т.Ф. Бірюкова, Н.В. Лепська, Т.І. Бутченко, В.О. Скворець, Є.Г. Цокур. Запоріжжя : ЦНСД, 2023. С. 28–32

28 Cherep O.H., Babajanov B.A., Voronkova V.H. Digitalization of the economy as a platform for creating new values in a transformational environment. Financial Strategies of Innovative Economic Development : Proceedings Scientific Publications. Zaporizhzhia : Publishing House "Helvetica", 2022. No 2 (54). 134 p. С. 25–28.

гарантії планування національного розвитку, земельного та космічного планування, спеціального планування, регіонального планування. та місцеве планування на всіх рівнях. По-друге, ми повинні посилити зв'язок та координацію різних планів на всіх рівнях, щоб забезпечити скоординовану реалізацію всіма регіонами та сферами основних цілей, напрямів розвитку, основних політик та великих проектів досягнення вуглецевого піку та вуглецевої нейтральності.

5. Оптимізувати регіональну структуру зеленого та низьковуглецевого розвитку. Оптимізація планування зелених та низьковуглецевих регіонів є важливим компонентом та шляхом сприяння комплексній «зеленій» трансформації економічного та соціального розвитку. По-перше, ми повинні продовжувати оптимізувати планування основної інфраструктури, основної продуктивності та державних ресурсів, а також створювати модель розвитку та захисту земель та космосу, яка сприяє досягненню піку викидів вуглецю та вуглецевої нейтральності. По-друге, ми повинні зміцнювати зелений та низьковуглецевий розвиток, одночасно сприяючи реалізації великих національних стратегій регіонального розвитку, таких як скоординований комплексний розвиток та орієнтація та вимоги до завдань. По-третє, ми маємо прискорити просування зеленого та низьковуглецевого розвитку, всебічно спланувати нову модель розвитку та захисту земель та простору в нову епоху, а також науково та впорядковано координувати планування екологічних, сільськогосподарських та інших функціональних просторів²⁹.

6. Прискорити формування екологічно чистих методів виробництва. Прискорення формування екологічно чистих методів виробництва та сприяння скороченню викидів вуглекислого газу відіграють важливу роль у досягненні пікової вуглецевої нейтральності. По-перше, ми маємо енергійно просувати енергозбереження та скорочення викидів, всебічно просувати екологічно чисте виробництво та сприяти всебічному збереженню енергетичних ресурсів. По-друге, ми маємо прискорити розвиток циркулярної економіки, посилити комплексне використання ресурсів та досягти екологічно чистого, низьковуглецевого циркулярного розвитку. По-третє, ми повинні розширити ефективну

29 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Васильчук Г.М. Agile-філософія як чинник форсайту цифрової економіки. Цифрова економіка та економічна безпека. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій 2022. № 3(03). С. 109-117.

пропозицію екологічно чистих та низьковуглецевих продуктів та послуг та сприяти нарощуванню потенціалу уряду в галузі зеленого розвитку. По-четверте, ми маємо прискорити розвиток зелених галузей та сформувані нові зелені точки зростання економічного та соціального розвитку³⁰.

7. Всебічно просувати екологічно чистий спосіб життя. Прискорення екологізації способу життя є потужним засобом прискорення екологічно чистої та низьковуглецевої трансформації методів виробництва. По-перше, ми повинні розширити споживання екологічно чистих та низьковуглецевих продуктів, пропагувати простий, помірний, екологічно чистий та низьковуглецевий спосіб життя та протистояти розкоші, марнотратству та необґрунтованому споживанню. По-друге, зелений і низьковуглецевий розвиток має бути включений до національної системи освіти, а концепція зеленого розвитку має глибоко вкоренитися в серцях людей. По-третє, ми повинні провести демонстрацію та створення зелених та низьковуглецевих соціальних дій, а також просувати екологічний та низьковуглецевий рівень всього суспільства в аспектах одягу, продуктів харчування, житла, транспорту, використання та розваг. По-четверте, ми маємо досягти консенсусу всього суспільства та прискорити формування гарної моделі національної участі. 3. Удосконалення політичної системи для сприяння комплексній зеленій трансформації економічного та соціального розвитку.

8. Комплексно збудувати виробничу систему для зеленого розвитку. По-перше, сприяти оптимізації та оновленню промислової структури. Прискорити «зелений» розвиток сільського господарства. Сприяти зеленій модернізації промисловості та розробляти плани реалізації по досягненню піку викидів вуглецю в таких галузях та галузях, як енергетика, сталеливарна промисловість, кольорова металургія, нафтохімія, будівельні матеріали, транспорт та будівництво. По-друге, рішуче обмежити сліпий розвиток проектів із високим споживанням енергії та високим рівнем викидів. «Два високі» проекти повинні суворо здійснювати рівне або скорочене заміщення виробничих потужностей,

30 Череп А.В., Воронкова В.Г., & Нікітенко В.О. Вплив зелених ІКТ на сталий розвиток зеленої економіки та зеленого менеджменту. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023, С.251-255.

а також впроваджувати політику контролю виробничих потужностей у вугільній енергетиці, нафтохімії та вуглехімії. По-третє, енергійно розвивати «зелену» та низьковуглецеву промисловість. Прискорити розвиток галузей, що стратегічно розвиваються, побудувати зелену виробничу систему, сприяти глибокій інтеграції сучасних інформаційних технологій і зелених і низьковуглецевих галузей, а також побудувати зелений ланцюжок поставок³¹.

9. Сприяння екологічному розвитку енергетики, транспорту, міського та сільського будівництва. Перше завдання – прискорити будівництво чистої, низьковуглецевої, безпечної та ефективної енергетичної системи. Сприяти революції у виробництві та споживанні енергії, посилювати подвійний контроль над інтенсивністю та загальним обсягом енергоспоживання, значно підвищувати ефективність використання енергії, суворо контролювати споживання викопної енергії та активно розвивати невикопну енергетику. Поглиблювати реформу енергетичних систем та механізмів та сприяти зеленій та низьковуглецевій трансформації та розвитку енергетичної системи. Друге – прискорити будівництво низьковуглецевої транспортної системи. Оптимізувати транспортну структуру та продовжити зниження енергоспоживання на транспорті та інтенсивності викидів вуглекислого газу. Сприяти енергозберігаючому та низьковуглецевому транспорту, прискорити розробку нових енергетичних та екологічно чистих транспортних засобів та суден, покращити будівництво мереж зарядки та заміни, станцій гідрогенізації та інших допоміжних об'єктів, а також прискорити ліквідацію старих транспортних засобів та суден із високим споживанням енергії та високі викиди. Активно просувати низьковуглецеві перевезення та прискорити будівництво інфраструктури громадського транспорту великої пропускної спроможності та міських систем повільного руху. По-третє, покращення якості зеленого та низьковуглецевого розвитку міського та сільського будівництва. Сприяти низьковуглецевій трансформації моделей міського та сільського будівництва та управління, а також повністю реалізовувати екологічні та низьковуглецеві вимоги

31 Череп А.В., Воронкова В.Г., Череп О.Г., Нікітенко В.О. Експоненційні технології як економічний ресурс концепції цифрової економіки. "Innovative resources of modern science" ("Інноваційні ресурси сучасної науки"). collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. P. 48-58.

у всіх аспектах міського та сільського планування, будівництва та управління. Енергійно розвивати енергозберігаючі та низьковуглецеві будівлі, а також прискорити великомасштабний розвиток будівель із наднизьким енергоспоживанням, майже нульовим споживанням енергії та будівель із низьким рівнем викидів вуглецю. Прискорити оптимізацію структури енергоспоживання будівель. Поглибити застосування відновлюваних джерел енергії у будинках та значно збільшити швидкість електрифікації систем опалення будівель, гарячого водопостачання, приготування їжі тощо³².

10. Побудувати інноваційну систему екологічно чистих та низьковуглецевих технологій. Зміцнювати наукові та технологічні інновації та прискорювати зелену та низьковуглецеву науково-технічну революцію. По-перше, це посилення фундаментальних досліджень та впровадження передових технологій. Сформулювати план дій щодо забезпечення вуглецевої нейтральності для підтримки піків викидів вуглецю за допомогою науки та технологій, а також скласти дорожню карту розвитку вуглецево-нейтральних технологій. Проводити фундаментальні теоретичні та методологічні дослідження щодо низьковуглецевих технологій, зміни клімату та інших областей. Сприяння дослідженням у галузі передових низьковуглецевих технологій³³. Розвивати низку науково-технічних інноваційних платформ національного рівня. Створить вуглецево-нейтральну систему талантів для пікових викидів вуглецю. По-друге, прискорити дослідження, розробки та просування передових та застосовних технологій. Пориньте глибше в технологію інтелектуальних мереж. Посилити демонстрацію та промислове застосування нових технологій зберігання енергії. Посилити дослідження, розробки, демонстрацію та широкомасштабне застосування ключових технологій виробництва, зберігання та застосування водневої енергії. Сприяти дослідженням, розробкам, демонстрації та промислового застосування великомасштабних технологій уловлювання, утилізації та зберігання вуглецю. Створювати та удосконалювати оцінку екологічно

32 Voronkova Valentyna, Kaganov, Yuriy, & Metelenko, Natalia. Conceptual basis of «the digital economy forsite model»: european experience. HUMANITIES STUDIES : Collection of Scientific Papers / ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house «Helvetica», 2022. 10 (87). С.9-19.

33 Нікітенко В.О., Воронкова В.Г., & Олексенко Р.І. Розумне еко-місто як чинник упровадження зеленого будівництва та цифрових технологій. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023, С.166-172.

чистих та низьковуглецевих технологій, торгіві системи та платформи обслуговування технологічних інновацій³⁴.

11. Поліпшити політичну систему зеленого розвитку. Прискорити вдосконалення відповідних систем, стандартів та ринкового будівництва, щоб забезпечити політичні гарантії досягнення цілей піку викидів вуглецю та вуглецевої нейтральності. По-перше, це покращення інвестиційної політики. Створити систему інвестицій та фінансування, сумісну з піком викидів вуглецю та вуглецевою нейтральністю, а також стимулювати життєздатність ринкових суб'єктів у галузі зелених та низьковуглецевих інвестицій. Друге – активно розвивати «зелені» фінанси. Сприяти впорядкованому розвитку «зелених» та низьковуглецевих фінансових продуктів та послуг, допомагати банкам та іншим фінансовим установам надавати довгострокові та недорогі кошти для «зелених» та низьковуглецевих проєктів. По-третє, покращення фіскальної та податкової цінової політики. Збільшити підтримку розвитку «зелених» та низьковуглецевих галузей промисловості, технологічних досліджень та розробок. Четверте – сприяння створенню ринкових механізмів. Прискорити створення та вдосконалення національного ринку торгівлі викидами вуглекислого газу. Поліпшити системи звітності про викиди вуглекислого газу та розкриття екологічної інформації для підприємств, фінансових установ тощо. д. Зміцнити загальну координацію та взаємозв'язок торгівлі електроенергією, торгівлі енергетичними правами та торгівлі правами на викиди вуглецю. Зелену економіку зробити національною політикою, на національному рівні прийняти низку відповідних політик щодо зелених технологій, зелених фінансів, політики субсидій, промислової політики³⁵.

Висновок

Виділено сім основних категорій галузей: 1) Енергозбереження та скорочення викидів вуглекислого газу; 2) охорона навколишнього середовища; 3) переробка ресурсів; 4) чиста енергетика; 5) захист навколишнього середовища; 6) відновлення та утилізація; 7) зелена

34 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Васильчук Г.М. Agile-філософія як чинник форсайту цифрової економіки. Цифрова економіка та економічна безпека. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій 2022. № 3(03). С. 109–117.

35 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О. Глобальна зміна клімату як один із найбільших викликів людству ХХІ століття. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023. С. 431–437.

модернізація інфраструктури та зелені послуги. Зміст зеленої модернізації інфраструктури основному відображається у зеленому розвитку зелених будівель, зелених галузей, пов'язаних із транспортною та комунікаційною інфраструктурою.

Пропонуються ключові завдання з чотирьох напрямків: 1) В області основних універсальних стандартів вони включають облік та перевірку викидів вуглецю, низьковуглецеве управління та оцінку, розкриття інформації про викиди вуглецю та інші стандарти, а також сприяють вирішенню проблеми «як розрахувати» та «точно» викиди вуглецю. 2) В галузі стандартів скорочення викидів вуглекислого газу керівники в основному сприяють вдосконаленню стандартів енергозбереження та скорочення викидів вуглецю, просування та використання невикопної енергії, нових енергетичних систем, чистого та низьковуглецевого використання викопної енергії, скорочення викидів у виробництві та процеси обслуговування, приділяючи особливу увагу вирішенню питання «як зменшити викиди вуглекислого газу». 3) В галузі стандартів видалення вуглецю прискорюється розробка стандартів зв'язування та поглинання вуглецю, уловлювання, використання та зберігання вуглецю, приділяючи особливу увагу вирішенню проблеми «як нейтралізувати» викиди вуглецю. 4) В галузі стандартів ринкових механізмів прискорюється розробка стандартів зеленого фінансування, торгівлі викидами вуглекислого газу та екологічної цінності продукції, сприяння вирішенню проблеми кількісної оцінки та продажу викидів вуглецю, розробка механізмів, заснованих на скороченні викидів вуглекислого газу та досягнення вуглецевої нейтральності.

ШЕВЧУК Ірина Богданівна,
доктор економічних наук, професор,
Львівський національний університет імені Івана Франка
ORCID ID: 0000-0003-4386-3730
Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ Й ВОЄННОГО ЧАСУ

Вища освіта завжди була і залишається основою формування наукового потенціалу країни та забезпечення її сталого розвитку. Адже у закладі вищої освіти людина отримує потужну базу наукового мислення, розвиває здатність критично мислити та зважено приймати рішення, вчиться вибудовувати стосунки у майбутньому професійному колі.

За понад 30-ть років у системі вищої освіти України відбулося чимало подій та реформ, які привели до таких змін у ній, що викликають у суспільстві як схвальні, так і негативні відгуки. Більшість із них було пов'язано із прийняттям у 2014 р. Закону України «Про вищу освіту»¹ – рис. 1. Сьогодні вони обумовлюються наслідками проведення воєнних дій на території України, а згодом і новими реформами від Кабінету Міністрів України, що винесені зараз на громадське обговорення.

Беручи до уваги суспільно-політичні трансформації в Україні, дію соціально-економічних чинників та педагогічні концепти, весь час розвитку національної системи вищої освіти можна розбити на наступні періоди:

I період (1991-2000 рр.) – становлення системи вищої освіти в Україні;

II період (2000-2014 рр.) – розвиток у контексті ступневості, неперервності та реалізації основних положень Болонської декларації;

III період (2014-2022 рр.) – трансформація вищої освіти;

IV період (2022 р. – і до тепер) – виклики війни, цифрової трансформації та пошук нових підходів в організації вищої освіти, щоб наблизити її до європейських стандартів.

¹ Закон України «Про вищу освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

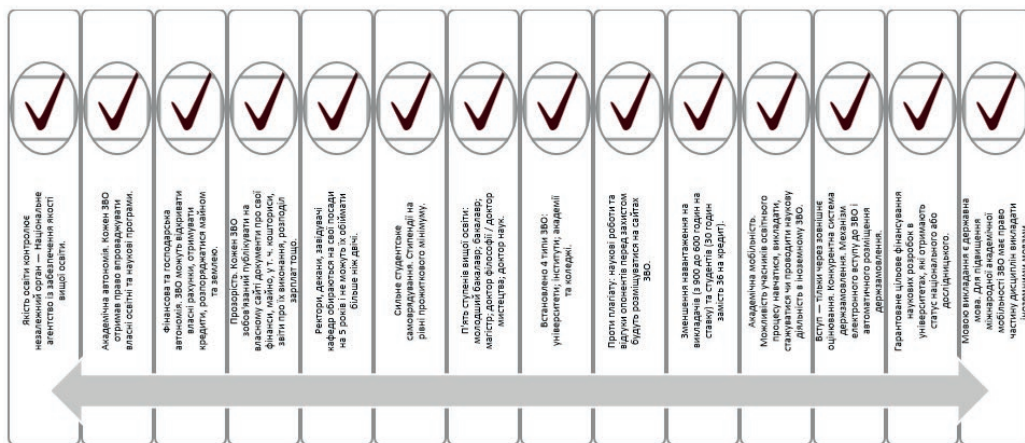


Рис. 1. Новації впроваджені у систему вищої освіти Законом України «Про вищу освіту» від 2014 р.

У розрізі окреслених періодів дослідимо динаміку розвитку вищої освіти в Україні за показниками, які в умовах реформування та воєнного часу відображали його основні тенденції.

1) Дослідження характеристик швидкості та інтенсивності динаміки фінансового забезпечення та формування контингенту студентів закладів вищої освіти України

У силу різних політичних та фінансово-економічних причин інтенсивність розвитку системи вищої освіти в Україні значно варіюється. Для оцінки швидкості таких змін використовують низку взаємозв'язаних характеристик, серед яких абсолютний приріст, відносний приріст, темп зростання та інші².

Проаналізуємо як змінився обсяг загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту за період з 2000 р. по 2021 р.

Знаходимо абсолютні прирости (базисні та ланцюгові):
базисні абсолютні прирости:

$$\delta_{t/0} = Q_t - Q_0, \quad (1)$$

2001 рік: 3046,6 - 2285,5=761,1 млн. грн.

2002 рік: 4167,0-2285,5=1881,5 млн. грн.

....

2 Здрок В. В., Паславська І.М. Моделювання економічної динаміки: [підручник]. Львів, 2007. 243 с., С. 99

2011 рік: $18667,1 - 2285,5 = 16381,6$ млн. грн.

....

2021 рік: $64844,5 - 2285,5 = 62559$ млн. грн.

Таким чином маємо, що відносно 2000 р. обсяг загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту поступово зростає і за досліджуваній період збільшився на 62559 млн. грн.

ланцюгові абсолютні прирости:

$$\delta_{t/t-1} = Q_t - Q_{t-1}, \quad t = 1, T, \quad (2)$$

2001 рік: $3046,6 - 2285,5 = 761,1$ млн. грн.

2002 рік: $4167,0 - 3046,6 = 1120,4$ млн. грн.

....

2011 рік: $18667,1 - 24998,4 = -6331,3$ млн. грн.

....

2021 рік: $53404,2 - 64844,5 = -11440,3$ млн. грн.

До 2010 р. з кожним роком обсяг загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту зростає, лише у 2011 р. він був меншим, ніж у попередньому році на 6331,3 млн. грн. Аналогічна ситуація ще спостерігалася у 2014 р. – був меншим, ніж у попередній рік на 1662,6 млн. грн. З 2015 р. значення показника знову мало тенденцію до зростання.

Абсолютний приріст за одиницю часу характеризує швидкість динаміки. Знак абсолютного приросту засвідчує напрямок динаміки (якщо абсолютний приріст додатний, то значення рівнів ряду зростають, а якщо від'ємний, то спадають).

Знаходимо темпи зростання (базисні та ланцюгові):

базисні темпи зростання:

$$\eta_{t/0} = \frac{Q_t}{Q_0}, \quad (3)$$

2001 рік: $3046,6/2285,5 = 1,33$

2002 рік: $4167,0/2285,5 = 1,82$

....

2011 рік: $18667,1/2285,5 = 8,17$

....

2021 рік: $64844,5/2285,5 = 28,37$

За досліджуваній період обсяг загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту збільшився у 28,37 рази.

ланцюгові темпи зростання:

$$\eta_{t/t-1} = \frac{Q_t}{Q_{t-1}}, \quad (4)$$

2001 рік: 3046,6/2285,5=1,33

2002 рік: 4167,0/3046,6=1,37

....

2011 рік: 18667,1/24998,4=0,75

....

2021 рік: 64844,5/ 53404,2=1,21

Ланцюговий темп зростання поточного рівня загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту мав перемінний характер: спад значень показника спостерігався у 2003 р., 2006 р., 2009 р., 2011 р., 2014 р., 2017 р., 2020 р.

Темп зростання характеризує інтенсивність динаміки. Темп зростання може бути виражений числом (коефіцієнт зростання) або у відсотках.

Знаходимо темпи приросту (базисні та ланцюгові):

базові темпи приросту:

$$\rho_{t/0} = \frac{Q_t - Q_0}{Q_0} = \frac{\delta_{t/0}}{Q_0}, \quad (5)$$

2001 рік: (3046,6-2285,5)/ 2285,5=0,33

2002 рік: (4167,0-2285,5)/ 2285,5=0,82

....

2011 рік: (18667,1-2285,5)/ 2285,5=7,17

....

2021 рік: (64844,5-2285,5)/ 2285,5=27,37

По відношенню до 2000 р. найбільше вища освіта за перше десятиліття фінансувалась із бюджету у 2008 р., а за друге десятиліття – це 2019-2021 рр.

ланцюгові темпи приросту:

$$\rho_{t/t-1} = \frac{Q_t - Q_{t-1}}{Q_{t-1}} = \frac{\delta_{t/t-1}}{Q_{t-1}}, \quad (6)$$

2001 рік: (3046,6-2285,5)/ 2285,5=0,33

2002 рік: (4167,0-3046,6)/ 3046,6=0,37

....

2011 рік: (18667,1-24998,4)/ 24998,4=-0,25

....

2021 рік: (64844,5-53404,2)/ 53404,2=0,21

У 2009 р. обсяг загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту знизився на 27%, у 2011 р. – на 25%, у 2014 р. – на 6%, що в основ-

ному пов'язано із світовими фінансово-економічними та внутрішніми політичними кризами. Найбільший приріст видатків за рік відбувся у 2008 р., а найменший – у 2013 р. та 2020 р.

Темп приросту характеризує відносну швидкість, тобто прискорення динаміки. Темп приросту в прикладних застосуваннях виражають у відсотках.

Знаходимо абсолютне прискорення:

$$\varphi_t = \delta_{t+1/t} - \delta_{t/t-1}, \quad (7)$$

Якщо $\varphi_t > 0$, то спостерігається прискорення динаміки, а якщо $\varphi_t < 0$ – уповільнення динаміки. При $\varphi_t = 0$ має місце постійна швидкість динаміки.

2001 рік: $761,1-0=761,1$ млн. грн.

2002 рік: $1120,4-761,1=359,3$ млн. грн.

....

2011 рік: $-6331,3-4032,1=-10363,4$ млн. грн.

....

2021 рік: $11440,3-2046=9394,3$ млн. грн.

Отож з 2001 по 2002 рр. швидкість динаміки показника обсягу загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту прискорювалась, у 2003 р. – уповільнилась динаміка, 2004-2005 рр. – прискорилась, у 2006 р. – уповільнилась, у 2007-2008 рр. – прискорилась, у 2009 р. – уповільнилась, у 2010 р. – прискорилась та у 2011 р. – уповільнилась, у 2012 р. – прискорилась, 2013-2014 рр. – уповільнилась, 2015-2016 рр. – прискорилась, 2017 р. – уповільнилась, 2018-2019 рр. – прискорилась, 2020 р. – уповільнилась, 2021 р. – прискорилась. Усе це засвідчує про несуттєве нарощення обсягів фінансування вищої освіти.

Відносне прискорення:

$$\chi_t = \frac{\varphi_t}{\delta_{t/t-1}}, \quad (8)$$

Відносне прискорення характеризує темп приросту абсолютного приросту. Якщо $\chi_t > 1$, то спостерігається прискорення динаміки, а якщо $\chi_t < 1$ – уповільнення динаміки. При $\chi_t = 1$ має місце постійна швидкість динаміки.

2001 рік: $761,1 / 761,1=1$

2002 рік: $359,3 / 1120,4= 0,32$

....

2011 рік: $-10363,4 / -6331,3= 1,64$

....

2021 рік: $9394,3 / 11440,3= 0,82$

Отож уповільнення динаміки спостерігалось у 2003 р., 2006 р., 2013 р., 2017 р. та 2020 р.

Перевіряємо правила взаємного переходу для базисних та ланцюгових показників.

Для базових та ланцюгових абсолютних показників справедливі такі правила взаємного переходу:

1. Сума послідовних ланцюгових приростів дорівнює базовому абсолютному приросту:

$$\sum_{t=1}^l \delta_{t/t-1} = \sum_{t=1}^l (Q_t - Q_{t-1}) = Q_l - Q_0 = \delta_{l/0}, \quad l = \overline{2, T}, \quad (9)$$

$$\sum_{t=1}^l \delta_{t/t-1} = 62559, \quad \delta_{l/0} = 62559.$$

Правило справджується.

2. Різниця між наступним і попереднім базовими абсолютними приростами дорівнює відповідному ланцюговому абсолютному приросту:

$$\delta_{t/0} - \delta_{t-1/0} = (Q_t - Q_0) - (Q_{t-1} - Q_0) = Q_t - Q_{t-1} = \delta_{t/t-1}, \quad t = \overline{2, T}, \quad (10)$$

$$\delta_{t/0} - \delta_{t-1/0} = 62559 - 51118,7 = 11440,3. \delta_{t/t-1} = 11440,3.$$

Правило справджується.

3. Добуток послідовних ланцюгових темпів зростання дорівнює базовому темпу зростання:

$$\prod_{t=1}^l \eta_{t/t-1} = \prod_{t=1}^l \frac{Q_t}{Q_{t-1}} = \frac{Q_l}{Q_0} = \eta_{l/0}, \quad (11)$$

$$\prod_{t=1}^l \eta_{t/t-1} = 28,37 \quad \eta_{l/0} = 28,37.$$

Правило справджується.

4. Частка від ділення наступного базового темпу зростання на попередній дорівнює відповідному ланцюговому темпу зростання:

$$\frac{\eta_{t/0}}{\eta_{t-1/0}} = \frac{\frac{Q_t}{Q_0}}{\frac{Q_{t-1}}{Q_0}} = \frac{Q_t}{Q_{t-1}} = \eta_{t/t-1}, \quad t = \overline{2, T}, \quad (12)$$

$$\frac{\eta_{t/0}}{\eta_{t-1/0}} = \frac{28,37}{23,37} = 1,21 \cdot \eta_{t/t-1} = 1,21.$$

Це правило також справджується.

Результати проведених обчислень подано у табл. 1.

**Показники динаміки загального обсягу видатків
зведеного бюджету України на вищу освіту**

Рік	Загальні видатки зведеного бюджету на вищу освіту, млн. грн.	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсо- лютне приско- рення	Від- носні приско- рення
		Базис- ні	Ланцю- гові	Базис- ні	Лан- цю-гові	Базис- ні	Лан- цюгові		
2000	2285,5	–	–	–	–	–	–	–	–
2001	3046,6	761,1	761,1	1,33	1,33	0,33	0,33	761,1	1,00
2002	4167,0	1881,5	1120,4	1,82	1,37	0,82	0,37	359,3	0,32
2003	4627,9	2342,4	460,9	2,02	1,11	1,02	0,11	-659,5	-1,43
2004	5815,9	3530,4	1188	2,54	1,26	1,54	0,26	727,1	0,61
2005	7934,1	5648,6	2118,2	3,47	1,36	2,47	0,36	930,2	0,44
2006	9935,7	7650,2	2001,6	4,35	1,25	3,35	0,25	-116,6	-0,06
2007	12827,8	10542,3	2892,1	5,61	1,29	4,61	0,29	890,5	0,31
2008	18552,9	26267,4	15725,1	12,49	2,23	11,49	1,23	12833	0,82
2009	20966,3	18680,8	-7586,6	9,17	0,73	8,17	-0,27	-23311,7	3,07
2010	24998,4	22712,9	4032,1	10,94	1,19	9,94	0,19	11618,7	2,88
2011	28667,1	16381,6	-6331,3	8,17	0,75	7,17	-0,25	-10363,4	1,64
2012	29335,9	27050,4	10668,8	12,84	1,57	11,84	0,57	17000,1	1,59
2013	30003,1	27717,6	667,2	13,13	1,02	12,13	0,02	-10001,6	-14,99
2014	28340,5	26055	-1662,6	12,40	0,94	11,40	-0,06	-2329,8	1,40
2015	30981,8	28696,3	2641,3	13,56	1,09	12,56	0,09	4303,9	1,63
2016	35233,6	32948,1	4251,8	15,42	1,14	14,42	0,14	1610,5	0,38
2017	38838,2	36552,7	3604,6	16,99	1,10	15,99	0,10	-647,2	-0,18
2018	44243,6	41958,1	5405,4	19,36	1,14	18,36	0,14	1800,8	0,33
2019	51358,2	49072,7	7114,6	22,47	1,16	21,47	0,16	1709,2	0,24
2020	53404,2	51118,7	2046	23,37	1,04	22,37	0,04	-5068,6	-2,48
2021	64844,5	62559	11440,3	28,37	1,21	27,37	0,21	9394,3	0,82

Джерело: розраховано на основі³

3 Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2011/12 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2012. 153 с.; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/14 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2014. 165 с. С. 10; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2010/11 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2011. 207 с.; Вища освіта в Україні у 2017 році: Статистичний збірник. / [відп. за вип. О.О. Кармазіна]. К.: Держкомстат України. 2018. 153 с. С. 11-20; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Бюджет України 2019: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2019. 298 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2020: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2020. 299 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2021: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2021. 279 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Статистичний щорічник України. 2022. / [За ред. І. Є. Вернера; Відп. за випуск О. А. Вишневська]. К.: Держкомстат України. 2023. 387 с. С. 21.

Аналізуючи дані табл. 1, можна стверджувати, що впродовж досліджуваного періоду, зокрема до 2010 р., обсяг загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту збільшився більше як у 10 разів. У 2011 р. він змінився, порівняно з попереднім роком, на 25%. Хоча за весь період цей даний показник збільшився у 28 разів, проте цього обсягу недостатньо щоб вища освіта в Україні розвивалася належним чином.

За тим самим алгоритмом знаходимо характеристики швидкості та інтенсивності динаміки для наступних показників:

- Загальні видатки зведеного бюджету на вищу освіту, у % до ВВП;
- Кількість закладів вищої та фахова передвищої освіти державної та комунальної форм власності, одиниць;
- Чисельність студентів у закладах вищої та фахова передвищої освіти державної та комунальної форм власності, тис. осіб;
- Кількість закладів вищої та фахова передвищої освіти приватної форми власності, одиниць;
- Чисельність студентів у закладах вищої та фахова передвищої освіти приватної форми власності, тис. осіб.

Зазначимо, що з 2020 р. змінилася методологія збору статистичних даних щодо функціонування навчальних закладів, які відображаються в офіційних джерелах інформації: спочатку був розподіл ЗВО за рівнями акредитації (коледжі, технікуми, училища - I-II рівні акредитації; університети, академії інститути - III-IV рівнів акредитації), на сьогоднішній день інформація подається у розрізі закладів фахової передвищої освіти та закладів вищої освіти. Такий перехід відображається на динаміці показників, тобто у 2020/21 н.р. є різких стрибок вверх значень по деяких показників. Зокрема це видно по показнику кількості закладів вищої освіти. І, відповідно, маємо різкий стрибок вниз по показнику кількості закладів фахової передвищої освіти, який у наступних період дещо згладжується.

У зв'язку із чим, дослідження проводиться, як у розрізі закладів фахової передвищої та вищої освіти, так і загалом.

Так, впродовж 2000-2021 рр. значення показника загальних видатків зведеного бюджету на вищу освіту у % до ВВП носить перемінний характер і змінюється в межах від 1,2% до 2,3% (табл. 2). Станом на 2011 р. його значення перевищує показник 2000 р. на 46%, а у 2013 р. – на 62%, хоча у період 2009-2010 рр. сягало рівня 77%. У 2021 р. значення показника опустилося

нижче рівня 2000 р. Так як відносно прискорення в останній рік рівне 1, то тенденцію фінансування системи освіти України можна охарактеризувати як таку, що має постійну швидкість динаміки.

Таблиця 2

**Показники динаміки загальних видатків
зведеного бюджету на вищу освіту у % до ВВП**

Рік	Загальні видатки, у % до ВВП	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи при- росту		Абсо- лютне при- ско- рення	Від- носні при- ско- рення
		Базисні	Ланцю- гові	Базисні	Ланцю- гові	Базисні	Ланцю- гові		
2000	1,3	–	–	–	–	–	–	–	–
2001	1,5	0,2	0,2	1,15	1,15	0,15	0,15	0,2	1,00
2002	1,9	0,6	0,4	1,46	1,27	0,46	0,27	0,2	0,50
2003	1,8	0,5	-0,1	1,38	0,95	0,38	-0,05	-0,5	5,00
2004	2,2	0,9	0,4	1,69	1,22	0,69	0,22	0,5	1,25
2005	1,9	0,6	-0,3	1,46	0,86	0,46	-0,14	-0,7	2,33
2006	1,8	0,5	-0,1	1,38	0,95	0,38	-0,05	0,2	-2,00
2007	1,8	0,5	0	1,38	1,00	0,38	0,00	0,1	–
2008	2	0,7	0,2	1,54	1,11	0,54	0,11	0,2	1,00
2009	2,3	1	0,3	1,77	1,15	0,77	0,15	0,1	0,33
2010	2,3	1	0	1,77	1,00	0,77	0,00	-0,3	–
2011	1,9	0,6	-0,4	1,46	0,83	0,46	-0,17	-0,4	1,00
2012	2,0	0,7	0,1	1,54	1,05	0,54	0,05	0,5	5,00
2013	2,1	0,8	0,1	1,62	1,05	0,62	0,05	0	0,00
2014	1,8	0,5	-0,3	1,38	0,86	0,38	-0,14	-0,4	1,33
2015	1,6	0,3	-0,2	1,23	0,89	0,23	-0,11	0,1	-0,50
2016	1,5	0,2	-0,1	1,15	0,94	0,15	-0,21	0,1	-1,00
2017	1,4	0,1	-0,1	1,08	0,93	0,08	-0,07	0	0,00
2018	1,2	-0,1	-0,2	0,92	0,86	-0,08	-0,14	-0,1	0,50
2019	1,3	0	0,1	1,00	1,08	0,00	0,08	0,3	3,00
2020	1,3	0	0	1,00	1,00	0,00	0,00	-0,1	–
2021	1,2	-0,1	-0,1	0,92	0,92	-0,08	-0,08	-0,1	1,00

Джерело: розраховано на основі⁴.

4 Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2011/12 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2012. 153 с.; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/14 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2014. 165 с. С. 10; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2010/11 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2011. 207 с.; Вища освіта в Україні у 2017 році: Статистичний збірник. / [відп. за вип. О.О. Кармазіна]. К.: Держкомстат України. 2018. 153 с. С. 11-20; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: <https://www>.

Щодо кількості закладів вищої освіти в Україні державної та комунальної форм власності, то станом на 2010/11 н.р. даний показник зменшився на 20%, а станом на 2022/23 н.р. – практично на 40% (табл. 3). Якщо у 2000/01 н.р. їх було 816 одиниць, то у 2022/23 н.р. вже 504. На 2004/2005 н.р. та 2014/15 н.р. припадає найбільше закриття ЗВО за один рік. Ця тенденція має місце і в наступні роки в середньому в межах 1-4%. У 2004/05 н.р., 2010/11 н.р., 2014/15 н.р., 2019/20 н.р. показник абсолютного прискорення набував одних з найбільших від’ємних значень, що свідчить про прискорення динаміки скорочення кількості ЗВО державної та комунальної форм власності в Україні в ці періоди.

Таблиця 3

**Показники динаміки кількості вищої
та фахової передвищої освіти державної
та комунальної форм власності**

Рік	К-сть ЗВО, одиниць	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне прискорення	Відносні прискорення
		Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000/01	816	–	–	–	–	–	–	–	–
2001/02	812	-4	-4	1,00	1,00	0,00	0,00	-4	1,00
2002/03	822	6	10	1,01	1,01	0,01	0,01	14	1,40
2003/04	821	5	-1	1,01	1,00	0,01	0,00	-11	11,00
2004/05	764	-52	-57	0,94	0,93	-0,06	-0,07	-56	0,98
2005/06	749	-67	-15	0,92	0,98	-0,08	-0,02	42	-2,80
2006/07	721	-95	-28	0,88	0,96	-0,12	-0,04	-13	0,46
2007/08	702	-114	-19	0,86	0,97	-0,14	-0,03	9	-0,47
2008/09	685	-131	-17	0,84	0,98	-0,16	-0,02	2	-0,12
2009/10	674	-142	-11	0,83	0,98	-0,17	-0,02	6	-0,55
2010/11	637	-179	-37	0,78	0,95	-0,22	-0,05	-26	0,70

ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Бюджет України 2019: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2019. 298 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2020: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2020. 299 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2021: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2021. 279 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Статистичний щорічник України. 2022. / [За ред. І. Є. Вернера; Відп. за випуск О. А. Вишневська]. К.: Держкомстат України. 2023. 387 с. С. 21.

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011/12	633	-183	-4	0,78	0,99	-0,22	-0,01	33	-8,25
2012/13	619	-197	-14	0,76	0,98	-0,24	-0,02	-10	0,71
2013/14	609	-207	-10	0,75	0,98	-0,25	-0,02	4	-0,40
2014/15	520	-296	-89	0,64	0,85	-0,36	-0,15	-79	0,89
2015/16	525	-291	5	0,64	1,01	-0,36	0,01	94	18,80
2016/17	527	-289	2	0,65	1,00	-0,35	-0,17	-3	-1,50
2017/18	533	-283	6	0,65	1,01	-0,35	0,01	4	0,67
2018/19	529	-287	-4	0,65	0,99	-0,35	-0,01	-10	2,50
2019/20	504	-312	-25	0,62	0,95	-0,38	-0,05	-21	0,84
2020/21	505	-311	1	0,62	1,00	-0,38	0,00	26	26,00
2021/22	508	-308	3	0,62	1,01	-0,38	0,01	2	0,67
2022/23	504	-312	-4	0,62	0,99	-0,38	-0,01	-7	1,75

Джерело: розраховано на основі⁵.

Відповідним чином це позначилось і на кількості студентів у ЗВО державної та комунальної форм власності. До 2007/08 н.р. їх кількість неухильно зростала, а починаючи з 2008/09 н.р. почала зменшуватись. У 2011/2012 н.р. річне скорочення кількості студентів становило 6%, у 2014/15н.р. – 18%, 2020/21 н.р. – 10%. За весь період чисельності студентів у закладах вищої та фахової передвищої освіти державної та комунальної форм власності скоротилася на 27%. Від’ємне значення абсолютного прискорення означає, що до 2009/10 н.р. динаміка зміни кількості студентів у ЗВО дещо уповільнилась. Тобто повільне зростання кількості студентів перейшло плавно у повільне їх зменшення. Вже з 2010/11 н.р. процес скорочення кількості студентів інтенсифікувався.

5 Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2011/12 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2012. 153 с.; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/14 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2014. 165 с. С. 10; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2010/11 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2011. 207 с.; Вища освіта в Україні у 2017 році: Статистичний збірник. / [відп. за вип. О.О. Кармазіна]. К.: Держкомстат України. 2018. 153 с. С. 11-20; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Бюджет України 2019: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2019. 298 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2020: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2020. 299 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2021: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2021. 279 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Статистичний щорічник України. 2022. / [За ред. І. Є. Вернера; Відп. за випуск О. А. Вишневська]. К.: Держкомстат України. 2023. 387 с. С. 21.

Таблиця 4

**Показники динаміки чисельності студентів
у закладах вищої та фахової передвищої освіти
державної та комунальної форм власності**

Рік	Чисельність студентів у ЗВО, тис. осіб	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне при-ско-рення	Від-носні приско-рення
		Базис-ні	Ланцю-гові	Базис-ні	Лан-цюгові	Базис-ні	Лан-цюгові		
2000/01	1771	–	–	–	–	–	–	–	–
2001/02	1911	140	140	1,08	1,08	0,08	0,08	140	1,00
2002/03	2032	261	121	1,15	1,06	0,15	0,06	-19	-0,16
2003/04	2147	376	115	1,21	1,06	0,21	0,06	-6	-0,05
2004/05	2226	455	79	1,26	1,04	0,26	0,04	-36	-0,46
2005/06	2310	539	84	1,30	1,04	0,30	0,04	5	0,06
2006/07	2360	589	50	1,33	1,02	0,33	0,02	-34	-0,68
2007/08	2380	609	20	1,34	1,01	0,34	0,01	-30	-1,50
2008/09	2348	577	-32	1,33	0,99	0,33	-0,01	-52	1,63
2009/10	2244	473	-104	1,27	0,96	0,27	-0,04	-72	0,69
2010/11	2181	410	-63	1,23	0,97	0,23	-0,03	41	-0,65
2011/12	2043	272	-138	1,15	0,94	0,15	-0,06	-75	0,54
2012/13	1947	176	-96	1,10	0,95	0,10	-0,05	42	-0,44
2013/14	1862	91	-85	1,05	0,96	0,05	-0,04	11	-0,13
2014/15	1534	-237	-328	0,87	0,82	-0,13	-0,18	-243	0,74
2015/16	1466	-305	-68	0,83	0,96	-0,17	-0,04	260	-3,82
2016/17	1455	-316	-11	0,82	0,99	-0,18	-0,01	57	-5,18
2017/18	1410	-361	-45	0,80	0,97	-0,20	-0,03	-34	0,76
2018/19	1310	-461	-100	0,74	0,93	-0,26	-0,07	-55	0,55
2019/20	1317	-454	7	0,74	1,01	-0,26	0,01	107	15,29
2020/21	1191	-580	-126	0,67	0,90	-0,33	-0,10	-133	1,06
2021/22	1266	-505	75	0,71	1,06	-0,29	0,06	201	2,68
2022/23	1296	-475	30	0,73	1,02	-0,27	0,02	-45	-1,50

Джерело: розраховано на основі⁶.

6 Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2011/12 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2012. 153 с.; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/14 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2014. 165 с. С. 10; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2010/11 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2011. 207 с.; Вища освіта в Україні у 2017 році: Статистичний збірник. / [відп.

Погіршилась також ситуація із розвитком в Україні закладів вищої освіти приватної форми власності. Якщо з 2000/01 н.р. до 2007/08 н.р. їх кількість збільшилась на 24% до 202 закладів, то у наступні роки скорочувалась щорічно на 1-5% (табл. 5). На жаль має місце прискорення динаміки скорочення цього показника. За досліджуваний період кількість таких ЗВО скоротилася на 23% відносно 2000/01 н.р.: з 163 до 126 закладів, хоча у 2007/08 н.р. їх було 202.

Таблиця 5

Показники динаміки кількості вищої та фахової передвищої освіти приватної форми власності

Рік	Кількість ЗВО, одиниць	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне прискорення	Відносні прискорення
		Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000/01	163	–	–	–	–	–	–	–	–
2001/02	171	8	8	1,05	1,05	0,05	0,05	8	1,00
2002/03	175	12	4	1,07	1,02	0,07	0,02	-4	-1,00
2003/04	188	25	13	1,15	1,07	0,15	0,07	9	0,69
2004/05	202	39	14	1,24	1,07	0,24	0,07	1	0,07
2005/06	202	39	0	1,24	1,00	0,24	0,00	-14	–
2006/07	199	36	-3	1,22	0,99	0,22	-0,01	-3	1,00
2007/08	202	39	3	1,24	1,02	0,24	0,02	6	2,00
2008/09	196	33	-6	1,20	0,97	0,20	-0,03	-9	1,50
2009/10	187	24	-9	1,15	0,95	0,15	-0,05	-3	0,33
2010/11	176	13	-11	1,08	0,94	0,08	-0,06	-2	0,18
2011/12	172	9	-4	1,06	0,98	0,06	-0,02	7	-1,75
2012/13	166	3	-6	1,02	0,97	0,02	-0,03	-2	0,33
2013/14	158	-5	-8	0,97	0,95	-0,03	-0,05	-2	0,25
2014/15	144	-19	-14	0,88	0,91	-0,12	-0,09	-6	0,43
2015/16	134	-29	-10	0,82	0,93	-0,18	-0,07	4	-0,40
2016/17	130	-33	-4	0,80	0,97	-0,20	-0,03	6	-1,50
2017/18	128	-35	-2	0,79	0,98	-0,21	-0,02	2	-1,00

за вип. О.О. Кармазіна]. К.: Держкомстат України. 2018. 153 с. С. 11-20; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Бюджет України 2019: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2019. 298 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2020: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2020. 299 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2021: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2021. 279 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Статистичний щорічник України. 2022. / [За ред. І. Є. Вернера; Відп. за випуск О. А. Вишнеvsька]. К.: Держкомстат України. 2023. 387 с. С. 21.

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2018/19	123	-40	-5	0,75	0,96	-0,25	-0,04	-3	0,60
2019/20	115	-48	-8	0,71	0,93	-0,29	-0,07	-3	0,38
2020/21	139	-24	24	0,85	1,21	-0,15	0,21	32	1,33
2021/22	126	-37	-13	0,77	0,91	-0,23	-0,09	-37	2,85
2022/23	126	-37	0	0,77	1,00	-0,23	0,00	13	–

Джерело: розраховано на основі⁷.

Станом на 2007/08 н.р. кількість студентів у приватних ЗВО зростає, порівняно з 2000/01 н.р., у 2,7 рази. В подальшому простежується суттєве їх скорочення – на 13-14% або 40-60 тис. осіб щороку. Це призвело до того, що в останні роки контингент студентів вищих навчальних закладів приватної форми власності став на половину меншим, ніж на початок досліджуваного періоду – 2000/01 н.р. За два десятиліття чисельність студентів у закладах вищої та фахової передвищої освіти приватної форми власності відносно 2000/01 н.р. скоротилася на понад 60%.

Таблиця 6

**Показники динаміки чисельності студентів
у закладах вищої та фахової передвищої освіти
приватної форми власності**

Рік	Чисельність студентів, тис. осіб	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне прискорення	Відносні прискорення
		Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000/01	160	–	–	–	–	–	–	–	–
2001/02	198	38	38	1,24	1,24	0,24	0,24	38	1,00
2002/03	238	78	40	1,49	1,20	0,49	0,20	2	0,05

⁷ Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2011/12 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2012. 153 с.; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/14 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2014. 165 с. С. 10; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2010/11 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2011. 207 с.; Вища освіта в Україні у 2017 році: Статистичний збірник. / [відп. за вип. О.О. Кармазіна]. К.: Держкомстат України. 2018. 153 с. С. 11-20; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Бюджет України 2019: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2019. 298 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2020: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2020. 299 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2021: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2021. 279 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Статистичний щорічник України. 2022. / [За ред. І. Є. Вернера; Відп. за випуск О. А. Вишневіська]. К.: Держкомстат України. 2023. 387 с. С. 21.

Продовження табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2003/04	290	130	52	1,81	1,22	0,81	0,22	12	0,23
2004/05	349	189	59	2,18	1,20	1,18	0,20	7	0,12
2005/06	399	239	50	2,49	1,14	1,49	0,14	-9	-0,18
2006/07	427	267	28	2,67	1,07	1,67	0,07	-22	-0,79
2007/08	433	273	6	2,71	1,01	1,71	0,01	-22	-3,67
2008/09	416	256	-17	2,60	0,96	1,60	-0,04	-23	1,35
2009/10	356	196	-60	2,23	0,86	1,23	-0,14	-43	0,72
2010/11	310	150	-46	1,94	0,87	0,94	-0,13	14	-0,30
2011/12	269	109	-41	1,68	0,87	0,68	-0,13	5	-0,12
2012/13	223	63	-46	1,39	0,83	0,39	-0,17	-5	0,11
2013/14	191	31	-32	1,19	0,86	0,19	-0,14	14	-0,44
2014/15	155	-5	-36	0,97	0,81	-0,03	-0,19	-4	0,11
2015/16	140	-20	-15	0,88	0,90	-0,13	-0,10	21	-1,40
2016/17	131	-29	-9	0,82	0,94	-0,18	-0,06	6	-0,67
2017/18	129	-31	-2	0,81	0,98	-0,19	-0,02	7	-3,50
2018/19	128	-32	-1	0,80	0,99	-0,20	-0,01	1	-1,00
2019/20	123	-37	-5	0,77	0,96	-0,23	-0,04	-4	0,80
2020/21	117	-43	-6	0,73	0,95	-0,27	-0,05	-1	0,17
2021/22	64	-96	-53	0,40	0,55	-0,60	-0,45	-47	0,89
2022/23	60	-100	-4	0,38	0,94	-0,63	-0,06	49	-12,25

Джерело: розраховано на основі⁸.

Отож можна констатувати той факт, що сучасний стан справ у системі вищої освіти України викликає занепокоєння, а це в свою чергу обумовлює переосмислення та перевизначення в найближчий час основних пріоритетів розвитку.

8 Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2011/12 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2012. 153 с.; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013/14 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2014. 165 с. С. 10; Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2010/11 навчального року: Статистичний бюлетень. / [відп. за вип. І.В. Калачова]. К.: Держкомстат України. 2011. 207 с.; Вища освіта в Україні у 2017 році: Статистичний збірник. / [відп. за вип. О.О. Кармазіна]. К.: Держкомстат України. 2018. 153 с. С. 11-20; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Бюджет України 2019: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2019. 298 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2020: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2020. 299 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Бюджет України 2021: Статистичний збірник. К.: Міністерство фінансів України. 2021. 279 с. URL: <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik>; Вища та фахова передвища освіта в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/osv/vush_osv/arh_vuz_20_u.html; Статистичний щорічник України. 2022. / [За ред. І.Є. Вернера; Відп. за випуск О.А. Вишнеvsька]. К.: Держкомстат України. 2023. 387 с. С. 21.

2) Аналіз інтенсивності розвитку вищої освіти в Україні через середні характеристики динаміки

З плином часу абсолютні прирости та темпи зростання динамічних рядів змінюються, тому постає проблема узагальнення характеристик динамічного ряду властивостей, узагальнення типових характеристик розвитку. Для характеристики інтенсивності розвитку за тривалий період часу розраховуються середні показники: середній рівень ряду, середній абсолютний приріст, середній коефіцієнт росту, середній темп росту, середній темп приросту, середнє абсолютне значення 1% приросту.

Середній рівень ряду.

Даний показник можна розрахувати за двома формулами:

$$\bar{Q} = \frac{Q_0 + Q_T}{2}, \quad (13)$$

$$\bar{Q} = \frac{Q_0/2 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_{T-1} + Q_T/2}{T-1}. \quad (14)$$

Середній рівень використовують для узагальнення коливних рядів.

Для обчислення наступних середніх характеристик найчастіше використовують два підходи:

- виходячи із загального абсолютного приросту за весь період;
- виходячи із суми абсолютних рівнів за період.

Середній абсолютний приріст

Середній абсолютний приріст згідно першого підходу розраховують за такою формулою:

$$\bar{\delta}_1 = \frac{\sum_{t=1}^T \delta_{t/t-1}}{T} = \frac{Q_T - Q_0}{T}, \quad (15)$$

за другим підходом

$$\bar{\delta}_2 = \frac{2 \sum_{t=1}^T \delta_{t/t-1}}{T(T+1)} = \frac{2(\sum_{t=1}^T Q_t - TQ_0)}{T(T+1)}. \quad (16)$$

Середній абсолютний приріст характеризує абсолютну швидкість динаміки. Якщо $\bar{\delta}_1 = \bar{\delta}_2$, то ланцюгові абсолютні прирости постійні. Якщо $\bar{\delta}_1 > \bar{\delta}_2$, то ланцюгові абсолютні прирости послідовно зростають. Якщо $\bar{\delta}_1 < \bar{\delta}_2$, то ланцюгові абсолютні прирости послідовно знижуються.

Середній темп зростання

За першим підходом середній темп зростання дорівнює:

$$\bar{\tau}_1 = \sqrt[T-1]{\prod_{t=1}^T \tau_{t/t-1}} = \sqrt[T-1]{\tau_{T/0}} = \sqrt[T-1]{\frac{Q_T}{Q_0}}, \quad (17)$$

За другим підходом: $\bar{\tau}_2$ – визначається як додатний корінь рівняння порядку Т:

$$\sum_{t=1}^T \bar{\tau}_2^t = \frac{\sum_{t=1}^T Q_t}{Q_1} . \quad (18)$$

Його ще називають середнім параболічним або середнім поліноміальним. Якщо $\bar{\tau}_1 = \bar{\tau}_2$, то ланцюгові темпи зростання постійні. Якщо $\bar{\tau}_1 > \bar{\tau}_2$, то ланцюгові темпи зростання збільшуються. Якщо $\bar{\tau}_1 < \bar{\tau}_2$, то ланцюгові темпи зростання зменшуються.

Середні темпи приросту

Середній темп приросту за першим підходом визначається так:

$$\bar{\rho}_1 = \bar{\tau}_2 - 1. \quad (19)$$

За другим підходом:

$$\bar{\rho}_2 = \bar{\tau}_2 - 1. \quad (20)$$

Узагальнена інформація діяльності закладів вищої освіти України (табл. 7) по середніх характеристиках за різними підходами наведена у табл. 8.

Таблиця 7

Динамічний ряд загальних показників діяльності закладів вищої освіти України (на початок навчального року)

	Кількість закладів:		Кількість студентів у закладах, тис.	
	Фахова перед- вища освіта	Вища освіта	Фахова перед- вища освіта	Вища освіта
1	2	3	4	5
1990/91	742	149	757,0	881,3
1991/92	754	156	739,2	876,2
1992/93	753	158	718,8	855,9
1993/94	754	159	680,7	829,2
1994/95	778	232	645,0	888,5
1995/96	782	255	617,7	922,8
1996/97	790	274	595,0	976,9
1997/98	660	280	526,4	1110,0
1998/99	653	298	503,7	1210,3
1999/00	658	313	503,7	1285,4
2000/01	664	315	528,0	1402,9
2001/02	665	318	561,3	1548,0
2002/03	667	330	582,9	1686,9
2003/04	670	339	592,9	1843,8

Продовження табл. 7

1	2	3	4	5
2004/05	619	347	548,5	2026,7
2005/06	606	345	505,3	2203,8
2006/07	570	350	468,0	2318,6
2007/08	553	351	441,3	2372,5
2008/09	528	353	399,3	2364,5
2009/10	511	350	354,2	2245,2
2010/11	483	330	351,4	2066,7
2011/12	479	326	347,2	1899,1
2012/13	469	316	335,9	1770,3
2013/14	458	309	319,6	1673,3
2014/15	387	277	251,3	1438,0
2015/16	371	288	230,1	1375,2
2016/17	370	287	217,3	1369,4
2017/18	372	289	208,6	1330,0
2018/19	370	282	199,9	1322,3
2019/20	338	281	173,6	1266,1
2020/21	129	515	166,0	1142,0
2021/22	248	386	282,3	1046,7
2022/23	283	347	301,8	1053,8

Джерело: побудовано на основі⁹.

Таблиця 8

Середні характеристики динаміки показників діяльності закладів вищої освіти України

Показник	Середній рівень I підхід	Середній рівень II підхід	Середні абсолютні прирости I підхід	Середні абсолютні прирости II підхід	Середні темпи зростання I підхід	Середні темпи зростання II підхід	Середні темпи приросту I підхід	Середні темпи приросту II підхід
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість закладів фахової передвищої освіти, одиниць	513	551	-13,9	-11,3	0,970	0,710	-0,030	-0,290
Кількість закладів вищої освіти, одиниць	248	302	6,0	8,9	1,027	1,984	0,027	0,984

⁹ Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>; Заклади вищої освіти. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/osv_rik/osv_u/vuz_u.html

Продовження табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість студентів у закладах фахової передвищої освіти, тис. осіб	529,4	441,4	-13,8	-18,4	0,972	0,556	-0,028	-0,444
Кількість студентів у закладах вищої освіти, тис. осіб	967,55	1488,6	5,2	34,8	1,006	1,641	0,006	0,641

Джерело: розраховано на основі даних табл. 7.

Таким чином, за досліджуваний період середня кількість закладів фахової передвищої освіти становила 513 одиниць, а закладів вищої освіти – 248 одиниць. В середньому у закладах фахової передвищої освіти навчалось 529,4 тис. студентів, а в закладах вищої освіти – 967,5 тис. студентів. По функціонуванню закладів фахової передвищої освіти виявлена наступна негативна динаміка: щорічне скорочення закладів становило 14 одиниць (або 3%) та відповідно кількості студентів 13,8 тис. (або 2,8%). Щодо закладів вищої освіти, то тут мала місце позитивна динаміка: щорічне зростання закладів становило 6 одиниць (або 2,7%) та відповідно кількості студентів 5,2 тис. (або 0,6%). Абсолютні прирости по показниках діяльності ЗВО в Україні поступово знижуються.

Для виявлення тенденції розвитку ЗВО в Україні застосуємо метод плинної середньої, метод ступінчастої середньої, метод зважених плинних середніх до показника кількість студентів у закладах вищої освіти.

Метод плинної середньої

При розрахунку плинних середніх кожний наступний інтервал утворюється на основі попереднього заміною одного рівня. Оскільки середня належить до середини інтервалу, то доцільно формувати інтервали з непарного числа рівнів первинного ряду. У випадку парного числа рівнів необхідна додаткова процедура центрування (усереднення кожної пари значень \bar{y}_i).

Загальна формула розрахунку плинних середніх:

$$\bar{y}_t = \frac{y_{t-k} + y_{t-k+1} + \dots + y_{t+k}}{2k+1}, \quad t = \overline{k+1, n-k}, \quad (21)$$

Суть методу плинної середньої полягає в тому, що середні показники розраховують послідовно для періодів $[1, l]$ $[2, l+1]$ $[3, l+2]$ Ряд плинних середніх коротший за первинний на $l - 1$ рівень.

Значення плинної середньої та обчислені на їх основі характеристики швидкості та інтенсивності динаміки кількості студентів у закладах вищої освіти наведено у табл. 9.

Таблиця 9

**Показники методу плинної середньої кількості студентів
у закладах вищої освіти**

	Кількість студентів, тис. осіб	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне приско-рення	Відносне приско-рення
		Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові		
1991/92	871,13	-	-	-	-	-	-	-	-
1992/93	853,77	-17,37	-17,37	0,980	0,980	-0,020	-0,020	-17,37	1,00
1993/94	857,87	-13,27	4,10	0,985	1,005	-0,015	0,005	21,47	5,24
1994/95	880,17	9,03	22,30	1,010	1,026	0,010	0,026	18,20	0,82
1995/96	929,40	58,27	49,23	1,067	1,056	0,067	0,056	26,93	0,55
1996/97	1003,23	132,10	73,83	1,152	1,079	0,152	0,079	24,60	0,33
1997/98	1099,07	227,93	95,83	1,262	1,096	0,262	0,096	22,00	0,23
1998/99	1201,90	330,77	102,83	1,380	1,094	0,380	0,094	7,00	0,07
1999/00	1299,53	428,40	97,63	1,492	1,081	0,492	0,081	-5,20	-0,05
2000/01	1686,93	815,80	387,40	1,936	1,298	0,936	0,298	289,77	0,75
2001/02	1771,80	900,67	84,87	2,034	1,050	1,034	0,050	-302,53	-3,56
2002/03	1826,70	955,57	54,90	2,097	1,031	1,097	0,031	-29,97	-0,55
2003/04	1865,80	994,67	39,10	2,142	1,021	1,142	0,021	-15,80	-0,40
2004/05	1923,20	1052,07	57,40	2,208	1,031	1,208	0,031	18,30	0,32
2005/06	2000,27	1129,13	77,07	2,296	1,040	1,296	0,040	19,67	0,26
2006/07	2065,23	1194,10	64,97	2,371	1,032	1,371	0,032	-12,10	-0,19
2007/08	2043,03	1171,90	-22,20	2,345	0,989	1,345	-0,011	-87,17	3,93
2008/09	2037,40	1166,27	-5,63	2,339	0,997	1,339	-0,003	16,57	-2,94
2009/10	1993,03	1121,90	-44,37	2,288	0,978	1,288	-0,022	-38,73	0,87
2010/11	1880,63	1009,50	-112,40	2,159	0,944	1,159	-0,056	-68,03	0,61
2011/12	1762,70	891,57	-117,93	2,023	0,937	1,023	-0,063	-5,53	0,05
2012/13	1645,17	774,03	-117,53	1,889	0,933	0,889	-0,067	0,40	0,00
2013/14	1528,53	657,40	-116,63	1,755	0,929	0,755	-0,071	0,90	-0,01
2014/15	1386,00	514,87	-142,53	1,591	0,907	0,591	-0,093	-25,90	0,18
2015/16	1289,00	417,87	-97,00	1,480	0,930	0,480	-0,070	45,53	-0,47
2016/17	914,87	43,73	-374,13	1,050	0,710	0,050	-0,290	-277,13	0,74
2017/18	899,80	28,67	-15,07	1,033	0,984	0,033	-0,016	359,07	-23,83
2018/19	884,10	12,97	-15,70	1,015	0,983	0,015	-0,017	-0,63	0,04
2019/20	862,80	-8,33	-21,30	0,990	0,976	-0,010	-0,024	-5,60	0,26
2020/21	802,70	-68,43	-60,10	0,921	0,930	-0,079	-0,070	-38,80	0,65
2021/22	729,57	-141,57	-73,13	0,837	0,909	-0,163	-0,091	-13,03	0,18

Джерело: розраховано на основі даних табл. 7.

Метод ступінчастих середніх

При розрахунку ступінчастих середніх кожний інтервал береться по-черговим групуванням рівнів ряду.

Здійснено групування по два рівні. Значення показників по методу ступінчастої середньої та обчислені на їх основі характеристики швидкості та інтенсивності динаміки кількості студентів у закладах вищої освіти наведено у табл. 10.

Таблиця 10

Показники методу ступінчастої середньої кількості студентів у закладах вищої освіти

	Кількість студентів, тис. осіб	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне приско-рення	Відносне приско-рення
		Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові		
1991/92	878,75	-	-	-	-	-	-	-	-
1993/94	842,55	-36,20	-36,20	0,959	0,959	-0,041	-0,041	-36,20	1,00
1995/96	905,65	26,90	63,10	1,031	1,075	0,031	0,075	99,30	1,57
1997/98	1043,45	164,70	137,80	1,187	1,152	0,187	0,152	74,70	0,54
1999/00	1247,85	369,10	204,40	1,420	1,196	0,420	0,196	66,60	0,33
2001/02	1475,45	596,70	227,60	1,679	1,182	0,679	0,182	23,20	0,10
2003/04	1765,35	886,60	289,90	2,009	1,196	1,009	0,196	62,30	0,21
2005/06	2115,25	1236,50	349,90	2,407	1,198	1,407	0,198	60,00	0,17
2007/08	2345,55	1466,80	230,30	2,669	1,109	1,669	0,109	-119,60	-0,52
2009/10	2304,85	1426,10	-40,70	2,623	0,983	1,623	-0,017	-271,00	6,66
2011/12	1982,90	1104,15	-321,95	2,257	0,860	1,257	-0,140	-281,25	0,87
2013/14	1721,80	843,05	-261,10	1,959	0,868	0,959	-0,132	60,85	-0,23
2015/16	1406,60	527,85	-315,20	1,601	0,817	0,601	-0,183	-54,10	0,17
2017/18	1349,70	470,95	-56,90	1,536	0,960	0,536	-0,040	258,30	-4,54
2019/20	1294,20	415,45	-55,50	1,473	0,959	0,473	-0,041	1,40	-0,03
2021/22	1094,35	215,60	-199,85	1,245	0,846	0,245	-0,154	-144,35	0,72
2022/23	1053,80	175,05	-40,55	1,199	0,963	0,199	-0,037	159,30	-3,93

Джерело: розраховано на основі даних табл. 7.

Метод зважених плинних середніх

Середні за даним методом розраховуються так само як і за методом плинних середніх, лише кожний доданок помножується на певний коефіцієнт та сума цих доданків ділиться на обернену суму коефіцієнтів.

Для $k=1$:

$$y_t = \frac{1}{35}(10y_{t-1} + 15^* y_t + 10^* y_{t+1}) \quad t = \overline{k+1, n-k} \quad (22)$$

Значення показників по методу зважених плинних середніх та обчислені на їх основі характеристики швидкості та інтенсивності динаміки кількості студентів у закладах вищої освіти наведено у табл. 11.

Суть методів згаджування полягає в укрупненні інтервалів часу та заміні вихідного (первинного) ряду рядом середніх за інтервалами. У середніх коливання рівнів первинного ряду взаємно врівноважуються, внаслідок чого основна тенденція розвитку вирізняється чіткіше.

Таблиця 11

**Показники методу зважених плинних середніх
кількості студентів у закладах вищої освіти**

	Кількість студентів, тис. осіб	Абсолютні прирости		Темпи зростання		Темпи приросту		Абсолютне прискорення	Відносне прискорення
		Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові	Базисні	Ланцюгові		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1991/92	871,86								
1992/93	854,07	-17,79	-17,79	0,980	0,980	-0,020	-0,020	-17,79	1,00
1993/94	853,77	-18,09	-0,30	0,979	1,000	-0,021	0,000	17,49	-58,29
1994/95	881,36	9,50	27,59	1,011	1,032	0,011	0,032	27,89	1,01
1995/96	928,46	56,60	47,10	1,065	1,053	0,065	0,053	19,51	0,41
1996/97	999,47	127,61	71,01	1,146	1,076	0,146	0,076	23,91	0,34
1997/98	1100,63	228,77	101,16	1,262	1,101	0,262	0,101	30,14	0,30
1998/99	1203,10	331,24	102,47	1,380	1,093	0,380	0,093	1,31	0,01
1999/00	1297,51	425,66	94,41	1,488	1,078	0,488	0,078	-8,06	-0,09
2000/01	1410,79	538,93	113,27	1,618	1,087	0,618	0,087	18,86	0,17
2001/02	1546,23	674,37	135,44	1,773	1,096	0,773	0,096	22,17	0,16
2002/03	1692,04	820,19	145,81	1,941	1,094	0,941	0,094	10,37	0,07
2003/04	1851,23	979,37	159,19	2,123	1,094	1,123	0,094	13,37	0,08
2004/05	2025,04	1153,19	173,81	2,323	1,094	1,323	0,094	14,63	0,08
2005/06	2186,00	1314,14	160,96	2,507	1,079	1,507	0,079	-12,86	-0,08
2006/07	2301,20	1429,34	115,20	2,639	1,053	1,639	0,053	-45,76	-0,40
2007/08	2354,81	1482,96	53,61	2,701	1,023	1,701	0,023	-61,59	-1,15

Продовження табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2008/09	2332,70	1460,84	-22,11	2,676	0,991	1,676	-0,009	-75,73	3,42
2009/10	2228,29	1356,43	-104,41	2,556	0,955	1,556	-0,045	-82,30	0,79
2010/11	2069,81	1197,96	-158,47	2,374	0,929	1,374	-0,071	-54,06	0,34
2011/12	1910,19	1038,33	-159,63	2,191	0,923	1,191	-0,077	-1,16	0,01
2012/13	1779,39	907,53	-130,80	2,041	0,932	1,041	-0,068	28,83	-0,22
2013/14	1633,79	761,93	-145,60	1,874	0,918	0,874	-0,082	-14,80	0,10
2014/15	1487,29	615,43	-146,50	1,706	0,910	0,706	-0,090	-0,90	0,01
2015/16	1391,49	519,63	-95,80	1,596	0,936	0,596	-0,064	50,70	-0,53
2016/17	1359,80	487,94	-31,69	1,560	0,977	0,560	-0,023	64,11	-2,02
2017/18	1339,06	467,20	-20,74	1,536	0,985	0,536	-0,015	10,94	-0,53
2018/19	1308,44	436,59	-30,61	1,501	0,977	0,501	-0,023	-9,87	0,32
2019/20	1246,70	374,84	-61,74	1,430	0,953	0,430	-0,047	-31,13	0,50
2020/21	1150,23	278,37	-96,47	1,319	0,923	0,319	-0,077	-34,73	0,36
2021/22	1075,96	204,10	-74,27	1,234	0,935	0,234	-0,065	22,20	-0,30

Джерело: розраховано на основі даних табл. 7.

Зобразимо первинний динамічний ряд (рис. 2) та отримані після згладжування ряди графічно.

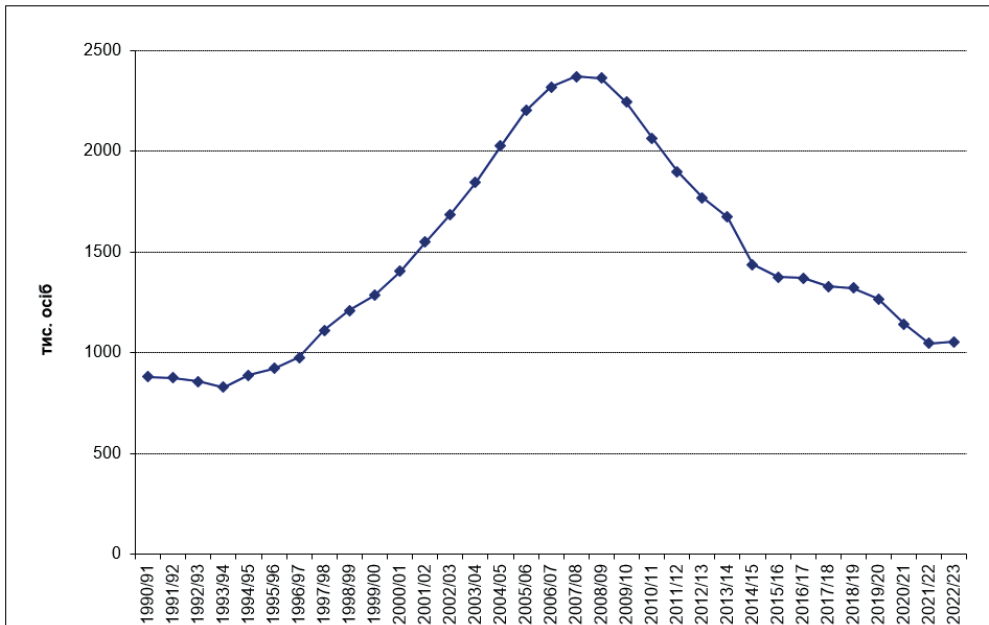


Рис. 2. Первинний ряд кількості студентів у закладах вищої освіти

З рис. 2 видно, що для 1994/95 – 2007/08 н.р. характерним є прискорене зростання кількості студентів у закладах вищої освіти. Воно характеризується абсолютним приростом, який з плином часу збільшується. У наступні роки спостерігається цілком протилежна тенденція. Прискорений спад значень показника до 2014/15 н.р., а потім плавне скорочення кількості студентів у ЗВО до 2021/22 н.р.

Емпірична крива, що ілюструє згладжений ряд динаміки, побудований методом плинних середніх представлена на рис. 3.

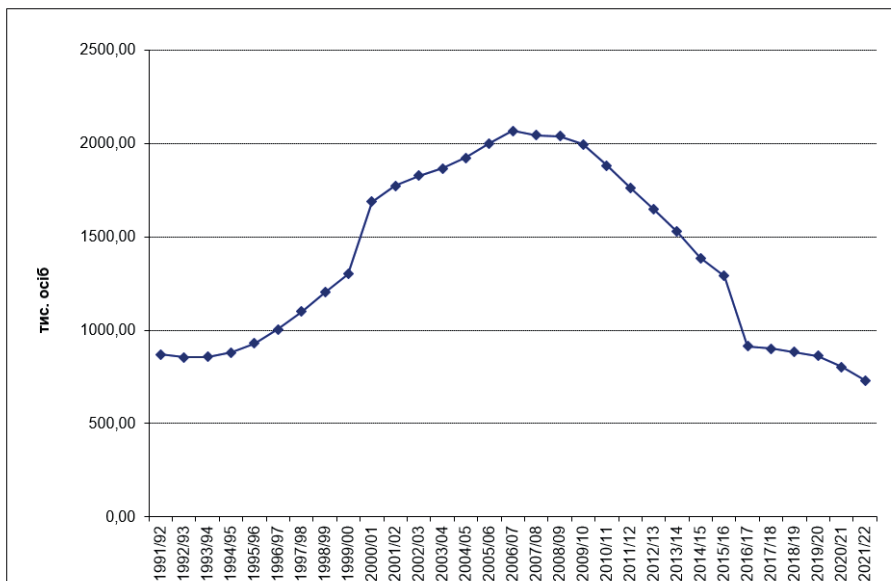


Рис. 3. Згладжений ряд кількості студентів у закладах вищої освіти методом плинних середніх

До 2006/07 н.р. (рис. 3) спостерігалось прискорене збільшення кількості студентів у ЗВО, а з 2007/08 н.р. почалось рівномірне спадання значень показника, яке характеризується постійним або близьким до нього абсолютним приростом. У 2016/17 н.р. відбулося різке скорочення кількості студентів у ЗВО з поступовим їх зменшенням у всі наступні навчальні роки. У відкритих джерелах інформації немає ще статистичних даних по діяльності ЗВО у період війни в Україні. Очевидно, що скорочення студентів з 2022 р. буде ще суттєвішим.

Емпірична крива, що ілюструє згладжений ряд динаміки, побудований методом ступінчастих середніх представлена на рис. 4.

Із рис. 4 видно, що до 1993/94 н.р. зміна показника кількості студентів у закладах вищої освіти характеризується уповільненим спаданням, з

1994/95 н.р. по 2007/08 н.р. – прискореним зростанням, у 2009/10 н.р. – уповільненим спаданням, а вже у наступні роки – прискореним спаданням.

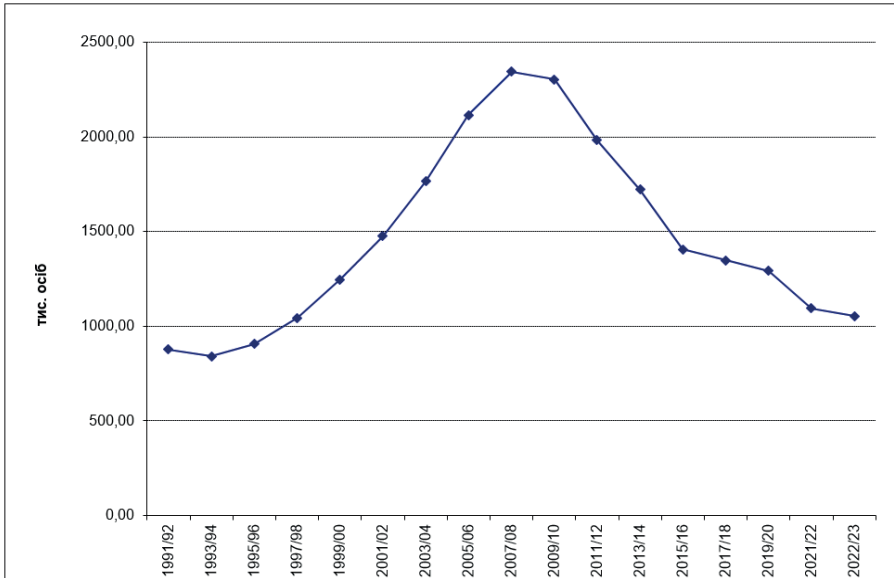


Рис. 4. Згладжений ряд кількості студентів у закладах вищої освіти методом ступінчастих середніх

Емпірична крива, що ілюструє згладжений ряд динаміки, побудований методом зважених плинних середніх представлена на рис. 5.

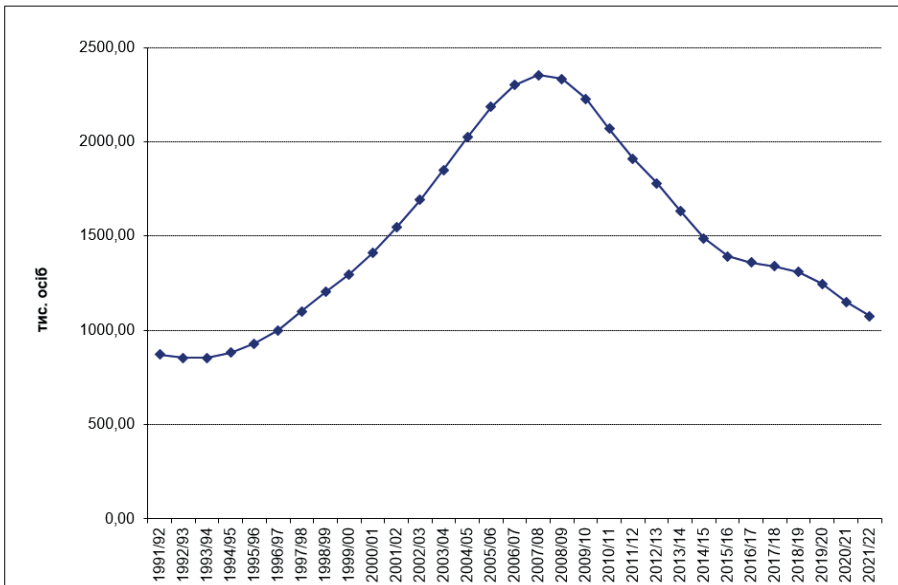


Рис. 5. Згладжений ряд кількості студентів у закладах вищої освіти методом зважених плинних середніх

Таким чином, можна говорити, що у вищій освіті України розпочались негативні процеси неухильного занепаду.

3) Моделювання й прогнозування процесів освітньої та господарської діяльності ЗВО методами експоненційного згладжування

Серед методів прогнозування, що базуються на аналізі одного часового ряду, часто використовуються, так звані, адаптивні методи прогнозування. Сутність цих методів полягає в тому, що здійснюється постійна адаптація результатів прогнозів до нової інформації, тобто прогнози стають більш чутливі до нових даних. Це, природно, значною мірою збільшує точність прогнозів.

Одночасно адаптивні методи прогнозування передбачають різну цінність рівнів динамічного ряду, що є основою для побудови прогнозу.

По мірі віддалення від кінця динамічного ряду рівні ряду динаміки чинять все менший вплив на результати прогнозу. Звідси, результати прогнозу головним чином залежать від рівнів ряду, які ближче всього знаходяться до початку прогнозованого періоду, тобто більш пізні і віддалені у часі спостереження.

Основними показниками, що характеризують ефективність функціонування системи вищої освіти в Україні є кількість закладів вищої освіти та кількість студентів, що в них навчається. Спрогнозуємо їх значення на 2022/2023 н. р., 2023/2024 н. р. та 2024/25 н.р. за допомогою одного із різновидів методу експоненціального згладжування – методом Гольта, ідея якого полягає в тому, що часовий ряд може бути згладжений кілька разів ковзкими середніми з вагами, розподіленими за експоненціальним законом¹⁰.

Для прогнозування обрано саме цей метод, оскільки в ньому значення за останні роки мають більший вплив на результуючий показник, ніж початкові. В умовах кризи в освіті та війни в Україні є необхідність врахування значень показників за останні роки для виявлення тенденцій розвитку в подальшому. Велику роль тут також відіграє демографічна ситуація в країні та міграційні процеси обумовлені військовими діями на території України. Сильний спад народжуваності двадцятирічної давності обумовлює суттєве скорочення кількості потенційних абітурієнтів для вищих навчальних за-

¹⁰ Гусаров В. М. Теорія статистики:[підручник]. М.: Аудит, 2001. 248 с.

кладів, через війну значна частка населення виїхала за кордон і не всі розглядають тепер можливість навчатися у закладах вищої освіти в Україні.

У простому методі експоненціального згладжування передбачається, що рівень значень часових рядів міняється рідко; тому в ньому необхідна оцінка лише поточного рівня. В деяких випадках дані спостережень можуть мати помітний тренд, тобто включають інформацію, яка дозволить враховувати можливі майбутні підвищення. В подібній ситуації необхідна функція прогнозування лінійного тренду. Оскільки в економіці або бізнесі часові ряди рідко характеризуються фіксованим лінійним трендом, слід розглянути можливість обліку локального лінійного тренда, зміненого з часом. В 1957 році Гольт розробив метод експоненціального згладжування, що отримав назву метод Гольта. В цьому методі враховується локальний лінійний тренд, присутній в часових рядах¹¹.

Якщо в часових рядах є тенденція до зростання, то разом з оцінкою поточного рівня необхідна оцінка нахилу. В методиці Гольта значення рівня і нахилу згладжуються безпосередньо, при цьому використовуються різні постійні згладжування для кожного з них. Ці постійні згладжування дозволяють оцінити поточний рівень і нахил, уточнюючи їх всякий раз, коли з'являються нові спостереження. Однією з переваг методики Гольта є її гнучкість, що дозволяє вибирати співвідношення, в якому відстежуються рівень і нахил.

Нижче наведено три рівняння, складові методу Гольта¹².

1. Експоненціально згладжений ряд або оцінка поточного рівня.

$$L_t = \alpha Y_t + (1 + \alpha)(L_{t-1} - T_{t-1}) \quad (23)$$

2. Оцінка тренду.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (24)$$

3. Прогноз на p періодів вперед.

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t \quad (25)$$

де L_t – нова згладжена величина;

α – постійна згладжування для даних ($0 < \alpha < 1$);

Y_t – нове спостереження або реальне значення ряду в період t ;

β – постійна згладжування для оцінки тренда

T_t – оцінка тренду;

p – кількість періодів вперед, на який робиться прогноз;

\hat{Y}_{t+p} – прогноз на p періодів вперед.

11 Юринець Р. В. Соціально-економічне прогнозування в Statistica: [навчальний посібник]. Львів, 2010. 144 с.

12 Там само.

Рівняння (25) дуже схоже на початкове рівняння для простого експоненціального згладжування, за винятком члена, що враховує тренд. Тренд оцінюється при підрахунку різниці між двома послідовними експоненціально згладженими значеннями рівня ($L_t - L_{t-1}$). Оскільки послідовні величини згладжуються випадково, їх різниця враховує весь тренд в даних.

Постійна величина β потрібна для згладжування оцінки тренда. В рівнянні (24) оцінка тренда ($L_t - L_{t-1}$), множиться на β і підсумовується із старою оцінкою тренду, помноженої на $(1 - \beta)$. Рівняння (23) дуже схоже на рівняння (24), проте в ньому згладжуванню в першу чергу піддається тренд, а вже потім дані. В результаті рівняння (23) дає згладжений тренд, що виключає деяку випадковість.

Рівняння (25) описує прогноз на p періодів вперед. Оцінка тренда множиться на число періодів p , на яке буде утворюватися прогноз, а потім цей добуток додається до поточного рівня L згладжених даних.

Як і при звичайному експоненціальному згладжуванні, постійні α і β вибираються суб'єктивно або шляхом мінімізації помилки прогнозування, наприклад значення середньоквадратичного відхилення. Чим більші значення ваг будуть узяті, тим швидший відгук на зміни, що відбуваються, матиме місце. І навпаки якщо вага буде невелика, то і реакція моделі на зміни в даних буде слабшою. Тому чим більша вага задіюється, тим більшому згладжуванню піддаються дані. Менша вага робить структуру згладжених значень менш рівною.

Для мінімізації значення середньоквадратичного відхилення потрібно створити сітку значень α і β (тобто всі комбінації $\alpha = 0,1,0,2,\dots,0,9$ і $\beta = 0,1,0,2,\dots,0,9$) і вибрати ту комбінацію, яка дасть менше значення середньоквадратичного відхилення. Особливий випадок має місце, коли $\alpha = \beta$, оскільки тут в однаковій мірі проводиться згладжування як поточного рівня значень, так і тренду. Такий варіант називається подвійним експоненціальним згладжуванням Брауна.

Для того, щоб скористатися алгоритмом рівняння (23), потрібно мати набір з початкових величин і тренда. Одне з можливих вирішень полягає в тому, щоб першу оцінку покласти рівній першому спостереженню. При цьому тренд буде рівний нулю. Інше рівняння – це визначити початкове значення як середнє для перших п'яти або шести спостережень. Тоді тренд можна оцінити нахилом лінії, утвореної цими п'ятьма або шістьма точками.

Для моделювання і прогнозування використовуємо дані табл. 7. та можливості системи електронних таблиць Microsoft Excel.

Фактичні значення кількості навчальних закладів фахової передвищої освіти та вищої освіти та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 6.



Рис. 6. Фактична кількість закладів фахової передвищої освіти й вищої освіти та розрахована методом Гольта

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. таких закладів налічуватиметься 629, а у 2024/25 н.р. – 626. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень становить 29,35. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=2,6 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.

Фактичні значення кількості навчальних закладів фахової передвищої та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 7.

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. закладів фахової передвищої освіти налічуватиметься 283, а у 2024/25 н.р. – 282. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості закладів фахової передвищої освіти становить 57,21. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=13,4 < 20\%$, то має місце досить добра якість прогнозування значень.

Фактичні значення кількості навчальних закладів вищої освіти та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 8.



Рис. 7. Фактична кількість закладів фахової передвищої освіти та розрахована методом Гольта

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. закладів вищої освіти налічуватиметься 349, а у 2024/25 н.р. – 347. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості закладів вищої освіти становить 53,24. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=5,7 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.

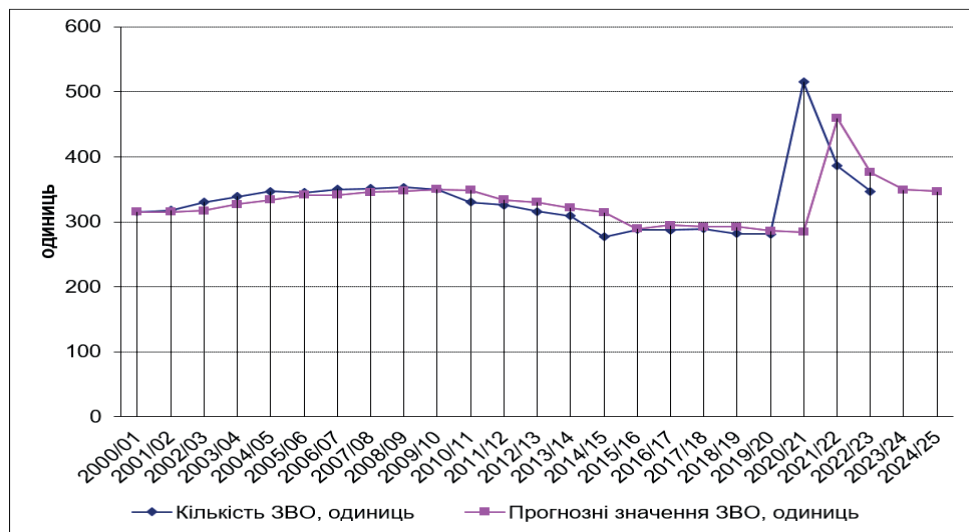


Рис. 8. Фактична кількість закладів вищої освіти та розрахована методом Гольта

Аналогічно змодельюємо прогноз кількості студентів у навчальних закладах. Фактичні значення кількості студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 9.



Рис. 9. Фактична кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти та розрахована методом Гольта

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти становитиме 1364,9 тис. осіб, а у 2024/25 н.р. – 1374,4 тис. осіб. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти становить 91,55. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=3,6 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.

Фактичні значення кількості студентів у закладах фахової передвищої освіти та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 10.

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти становитиме 321,8 тис. осіб, а у 2024/25 н.р. – 352,8 тис. осіб. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості студентів у закладах фахової передвищої освіти становить 37,15. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=7,3 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.



Рис. 10. Фактична кількість студентів у закладах фахової передвищої освіти та розрахована методом Гольта

Фактичні значення кількості студентів у закладах вищої освіти та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 11.

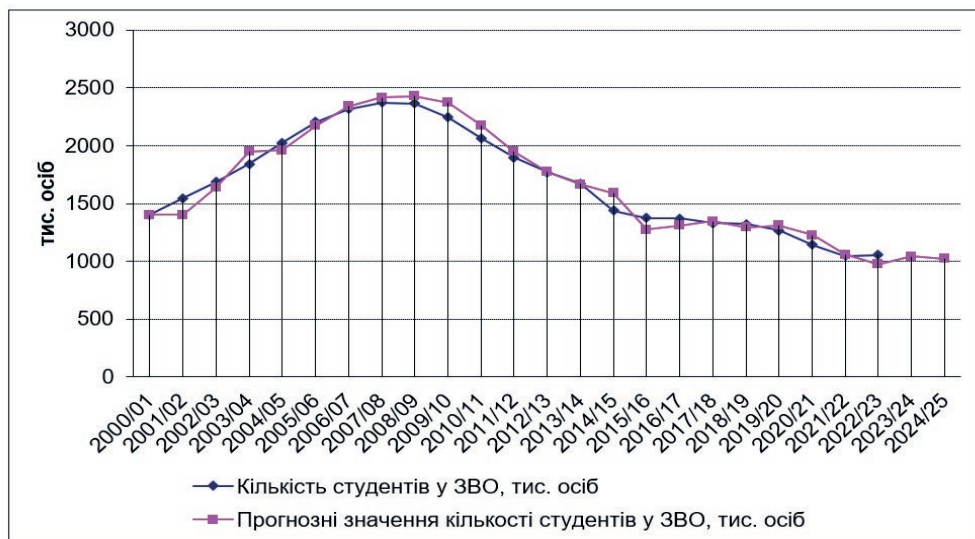


Рис. 11. Фактична кількість студентів у закладах вищої освіти та розрахована методом Гольта

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти становитиме 1043,1 тис. осіб, а у 2024/25 н.р. –

1021,6 тис. осіб. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості студентів у закладах вищої освіти становить 77,56. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MAPE=3,8 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.

Доречним є проведення такого роду дослідження у відносних показниках, зокрема стосовно кількості студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти у розрахунку на 10000 населення (табл. 12).

Фактичні значення кількості студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 12.

Таблиця 12

**Кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти
у розрахунку на 10000 населення**

	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23
Всі заклади	392	435	473	512	545	578	597	606	599	566	557	519	488	463	393	375	373	363	361	343	315	323	329
Зклади вищої освіти	287	319	351	387	429	470	497	512	512	488	451	416	389	368	335	322	322	314	314	302	275	254	256
Зклади фахової передвищої освіти	108	116	121	125	116	108	100	95	87	77	77	76	74	70	59	54	51	49	47	41	40	69	73

Джерело: побудовано та розраховано на основі¹³.

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення становитиме 334 особи, а у 2024/25 н.р. – 338 осіб. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення становить 22,52. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MAPE=3,9 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.

13 Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

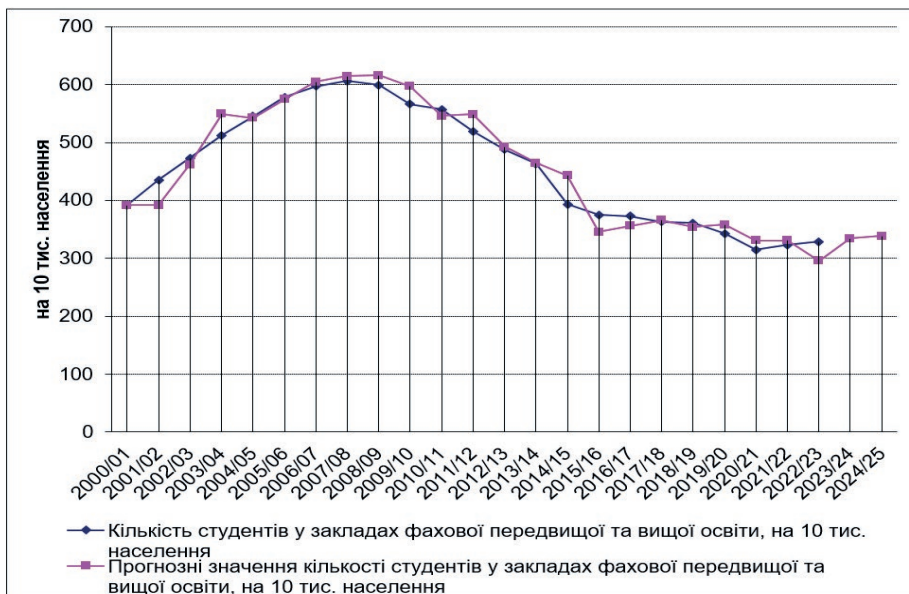


Рис. 12. Фактична кількість студентів у закладах фахової передвищої та вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення та розрахована методом Гольта

Фактичні значення кількості студентів у закладах фахової передвищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 13.

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. кількість студентів у закладах фахової передвищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення становитиме 90 осіб, а у 2024/25 н.р. – 113 осіб. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості студентів у закладах фахової передвищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення становить 37,15. Так як результати оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=8,1 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.

Фактичні значення кількості студентів у закладах вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення та розраховані із застосуванням методу Гольта відображені на рис. 14.

Згідно прогнозу у 2023/24 н.р. кількість студентів у закладах вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення становитиме 241 особа, а у 2024/25 н.р. – 222 особи. Середньоквадратичне відхилення фактичних та змодельованих значень кількості студентів у закладах вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення становить 17,06. Так як результати

оцінювання точності прогнозу задовольняють визначені критерії точності, зокрема $MARE=3,8 < 10\%$, то має місце висока якість прогнозування значень.



Рис. 13. Фактична кількість студентів у закладах фахової передвищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення та розрахована методом Гольта



Рис. 14. Фактична кількість студентів у закладах вищої освіти у розрахунку на 10 тис. населення та розрахована методом Гольта

Узагальнюючи результати оцінки якості отриманих прогнозних значень, можна ствердно говорити, що відбуватиметься скорочення як закладів вищої освіти, так і кількості студентів, які у них навчатимуться. Хоча виправити ситуацію зі скороченням може дещо фактор війни. Саме від початку військової агресії кількість бажаючих навчатися у ЗВО збільшилася.

Фактично по більшості проаналізованих показників стан системи вищої освіти України повертається до рівня 2000 р., або ж навіть 1991 р. Сьогодні багато є дискусій стосовно того, що українська освіта наразі не відповідає ані сучасним запитам з боку особистості та суспільства, ані потребам економіки, ані світовим тенденціям. Проте системна трансформація сфери для забезпечення нової якості освіти на всіх рівнях: від дошкільної освіти – до вищої освіти та освіти дорослих не завжди може привести до позитивних результатів, особливо, коли вона проводиться так радикально і в умовах невизначеності та війни в Україні.

4) Виклики для національної системи вищої освіти в умовах становлення й розвитку інформаційного суспільства, війни в Україні та впровадження реформаторських заходів Уряду 2023 р.

Попри свою важливість для розвитку суспільства та держави освіта в Україні завжди фінансувалася за залишковим принципом, доволі часто піддавалася процесам реформування, які тільки поглиблювали в ній кризові явища.

Криза освіти – це складне багатоаспектне явище, що проявляється у невідповідності освіти тим вимогам, які формуються для неї сучасним соціально-економічним етапом розвитку суспільства. Тобто має місце яскраво виражений розрив між освітою з усіма її основними елементами (метою, структурою, змістом, методами навчання) та умовами життя людей, потребами домогосподарств, підприємств та держави, які динамічно змінюються під впливом сукупності внутрішніх та зовнішніх чинників.

Криза в освіті починається зі середньої школи і закінчується у вищій школі.

1/ Якість освіти в школах та рівень знань учнів є дуже низькими.

Сказане підтверджується результатами ЗНО та мультипредметного тесту за останні кілька років (табл. 13), які погіршуються в силу наростання негативних тенденцій у навчальному процесі, викликаних карантинними обмеженнями у 2020-2021 рр., а тепер і воєнними діями на території України.

Рейтинг найкращих шкіл за результатами ЗНО та НМТ

Рейтинг	Середній бал	Школа	Регіон	Бал НМТ	Школа		Регіон
					ЗНО- 2016 р.		
1	184.18	Ліцей “Інтелект”	м. Київ	182.3	Львівський фізико-математичний ліцей-інтернат при Львівському національному університеті імені Івана Франка	м. Львів	
2	182.17	Гімназія № 1	м. Івано-Франківськ	180.1	Горішньошеровецький опорний заклад ЗСО І-ІІІ ст. Горішньошеровецької сільської ради Чернівецького р-ну Чернівецької обл.	Чернівецька обл.	
3	181.69	Медичний ліцей-інтернат “Дніпро”	м. Дніпро	179.3	ОЗО «Глибоцький ліцей Глибоцької селищної ради»	Чернівецька обл.	
4	180.51	Фізико-математичний ліцей-інтернат при ЛНУ ім. Франка	м. Львів	178.9	ТОВ «Приватний заклад освіти ліцей «Школа Базис» м. Київ	м. Київ	
5	179.97	Природничо-науковий ліцей № 145	м. Київ	177.9	Природничо-науковий ліцей №145 Печерського р-ну м. Києва	м. Київ	
6	179.36	Русанівський ліцей	м. Київ	152.1	ТОВ «Центр освіти «Оптіма»	м. Київ	
7	179.33	Технічний ліцей НТУУ “КПІ”	м. Київ	178.2	Ліцей «Престиж» м. Києва	м. Київ	
8	179.22	Новопечерська школа	м. Київ	177.2	Ліцей «Інтелект»	м. Київ	
9	178.84	СП «Тріумф»	м. Київ	177.7	КЗ освіти «Дніпропетровський обласний ліцей-інтернат фізико-математичного профілю»	м. Дніпро	
10	178.70	Ліцей “Наукова зміна”	м. Київ	176.3	Український фізико-математичний ліцей Київського національного університету імені Т.Шевченка	м. Київ	

Джерело: сформовано на основі¹⁴.

2. ЗВО вимушені опускати прохідний бал та брати на навчання абітурієнтів із низьким рівнем знань, щоб зберегти професорсько-викладацький склад та залишатись на ринку освітніх послуг.

3. Значна частина професорсько-викладацького складу ЗВО відноситься до категорій передпенсійного та пенсійного віку, що не завжди здатні розробляти та читати дисципліни, які даватимуть фахові знання сту-

¹⁴ Найкращі школи України за результатами ЗНО 2016. URL: <http://watcher.com.ua/2016/09/20/naykraschi-shkoly-ukrayiny-za-rezultatamy-zno/>; ТОП-200 шкіл України за результатами НМТ 2023 року. URL: <https://osvita.ua/school/rating/89947/>

дентам із сфер знань затребуваних ринком праці. Особливо це стосується сфери ІТ, де технології змінюються досить швидко і вимагають постійного оновлення та удосконалення матеріалу навчальних дисциплін. Практики не завжди хочуть іти викладати у ЗВО через низьку заробітну плату та й не прагнуть отримувати наукові ступені, що вкрай важливо для підтримання статусу ЗВО.

У зв'язку із цим, паралельно із державними ЗВО виникають інші структури, здатні давати сучасні, затребувані на ринку праці навички та знання, наприклад, активно неформальна освіта розвивається в ІТ-сфері. Зокрема навчання за ІТ-напрямами провадять такі неформальні заклади освіти як IT Education Academy (м. Київ, м. Львів), Source IT (м. Київ, м. Харків), Brain Academy (м. Київ, м. Львів, м. Харків, м. Одеса, м. Запоріжжя, м. Тернопіль, м. Луцьк), Lviv IT School (м. Львів, м. Київ, м. Харків, м. Одеса, м. Дніпропетровськ, м. Івано-Франківськ), SoftServe IT Academy (м. Київ, м. Львів, м. Дніпропетровськ, м. Рівне, м. Чернівці, м. Івано-Франківськ), Навчальний центр "Логос" (м. Львів), EPAM, Training Center (м. Київ, м. Львів, м. Харків), Sigma Software (м. Харків, м. Одеса, м. Київ, м. Львів), GL BaseCamp (м. Київ, м. Львів, м. Харків, м. Миколаїв), E5 (м. Київ, м. Одеса, м. Львів, м. Харків), Kottans (м. Київ, м. Львів, м. Харків), CURSOR Education (м. Львів).

4. Заклади вищої освіти на сьогоднішній день випускають цілу низку фахівців, що є незатребуваними на ринку праці, і які змушені потім переорієнтуватись на інші сфери і там шукати місце праці.

До війни 2022 р. найбільш затребуваними професіями в Україні були: інженери; фахівці в ІТ сфері; фахівці з нанотехнологій; маркетологи; працівники сфери обслуговування; логісти; фахівці з екології; хіміки; медики.

Професії, які затребувані в Україні під час та будуть затребуваними після війни належать до таких сфер як професійні психологія (зокрема військова), медицина, будівництво, архітектура, енергетика, оборонна промисловість, освіта, логістика, безпека (кадри у правоохоронному та безпековому секторі, військові професії), ІТ, менеджмент.

Не варто залишати поза увагою затребувані професії в світі. Адже досить часто ці тенденції з часом є актуальними і для України. Це GR-менеджер (спеціаліст по взаємодії з державною системою управління), геронтологи та доглядальниці, фахівець з альтернативних джерел енергії, експерт з питань видобутку нафти у важкодоступних родовищах, консультант з ве-

дення бізнесу на африканському континенті, журналіст-блогер, генетик-лекціонер, експерт з розвитку територій, спеціаліст з абсорбції.

5. Щороку зменшується кількість абітурієнтів, що пов'язано із низьким рівнем народжуваності та відтоком абітурієнтів на навчання до країн Європи. А тепер і міграцією, пов'язаною із ведення воєнних дій на території України.

Таким чином, в сфері освіти України існує ціла низка проблем (зниження мотивації в учнів до навчання, поверхневе вивчення матеріалу, незадоволеність майбутньою професією і небажання брати участь в освітньому процесі, невпевненість при виборі професії, відсутність зацікавленості в освіті, як джерелі знань і умінь тощо), які обумовлюють наростання кризових явищ у вищій школі. Потрібно докласти чимало зусиль суспільству та владі, щоб змінити ситуацію на краще. А це все на даний час ще підсилюється фактором війни.

Зазначимо, що повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну та запровадження воєнного стану внесли свої корективи у функціонування системи вищої освіти України. Під час воєнного стану перед нею постали нові виклики, реагувати на які вкрай необхідно задля збереження вищої освіти в Україні та підвищення її вкладу у соціально-економічний розвиток країни та її регіонів. Зокрема це:

1. знищення інфраструктури закладів вищої освіти;
2. скорочення фінансування вищої освіти;
3. втрата кадрового потенціалу;
4. відтік українських та іноземних студентів із ЗВО;
5. забезпечення академічної доброчесності у закладах вищої освіти в умовах воєнного стану.

На них усіх потрібно оперативно реагувати органам влади різних рівнів, які визначають та реалізують державну політику у сфері освіти. Зокрема Комітетом Верховної Ради України з питань освіти, науки та інновацій було окреслено низку актуальних проблем у сфері освіти і науки, що виникли у зв'язку із запровадженням воєнного стану в Україні, на розв'язання яких МОН України запропоновано певні рішення. Зокрема вони стосуються¹⁵:

1. аудиту інфраструктури втрат;
2. розроблення плану відновлення освітньої інфраструктури;

15 Матеріали до засідання Комітету Верховної Ради України з питань освіти, науки та інновацій. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2022/05/13/Inform.MON.shchodo.pyt.vynesen.na.zasid.Kom.VRU.z.pytan.osvity.pdf>

3. вступної кампанії 2022 р.;
4. формування державного замовлення на підготовку кадрів на 2022 рік;
5. аудиту переміщених закладів вищої освіти;
6. коригування оплати навчання для студентів контрактної форми навчання;
7. внесення змін до Закону України «Про вищу освіту» щодо продовження термінів діяльності тимчасового складу НАЗЯВО;
8. вивчення питання щодо створення корпоративних закладів вищої освіти та запуску відповідних пілотних проектів;
9. вступ іноземців до закладів вищої освіти протягом року;
10. створення умов для повернення в Україну здобувачів вищої освіти, які виїхали за кордон у зв'язку з воєнною агресією з боку РФ;
11. ліцензійних умов.

На жаль серед них не порушено питання збереження науково-педагогічного потенціалу країни, яке є не менш важливим у складних умовах сьогодення.

Крім того, у жовтні 2023 р. Кабінет Міністрів України запропонував на розгляд Верховної Ради України законопроект про реформу вищої освіти, низка положень якого активно обговорюється в Інтернет-просторі. Дана реформа передбачає:

1. зменшення кількості закладів вищої освіти (розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України (щодо створення передумов для модернізації мережі закладів вищої освіти)»);
2. зменшення кількості науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти (zareєстровано у Верховній Раді України проект Закону України № 9600 від 10.08.2023 р. «Про внесення змін до деяких Законів України щодо підтримки наукової роботи в закладах вищої освіти»);
3. зменшення обсягів державного замовлення для підготовки фахівців з вищою освітою (розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо фінансування здобуття вищої освіти та надання державної цільової підтримки здобувачам освіти»);
4. скасування виплат стипендій студентам, які тимчасово знаходяться за кордоном (МОН буде проводити попередній аналіз кількості таких студентів);
5. затвердження нового Переліку галузей знань та спеціальностей (на початку серпня МОН винесло на громадське обговорення проект

постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти»);

6. повернення відпрацювання для випускників університетів, які навчаються за держзамовленням (розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо фінансування здобуття вищої освіти та надання державної цільової підтримки здобувачам освіти»);
7. розвиток індивідуальних освітніх траєкторій (20 жовтня 2023 р. Кабінет Міністрів України затвердив проект закону «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку індивідуальних освітніх траєкторій та вдосконалення освітнього процесу у вищій освіті»);
8. прийом на навчання для здобуття ступеня доктора філософії або доктора мистецтва оголошуватиметься на ті освітні програми зі спеціальності (міждисциплінарні освітні програми з галузі знань або спеціальностей), які є акредитовані у ЗВО за другим (магістерським) (розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України (щодо створення передумов для модернізації мережі закладів вищої освіти)»).

Очевидно, що усе це в комплексі (задавнені та масштабовані проблеми в освіті, війна, нові реформи) або знищить систему вищої освіти в Україні, або створить таку, яка відповідатиме потребам та запитам народу України, враховуватиме виклики і використовуватиме можливості суспільства. Проте це все покаже час.

Таким чином, сучасний стан вищої освіти в Україні викликає занепокоєння в певних колах дослідників, законотворців, громадських діячів, освітянської спільноти та простих громадян. Найбільш об'єктивною і загальною причиною цього занепокоєння спочатку була проблема «застою» у розвитку вищої освіти, тепер війна в Україні, а згодом будуть кардинальні реформаторські плани нашої влади.

Проведення такого роду комплексного дослідження та його результати можуть бути використані у роботі як центральних, так і регіональних органів влади під час розроблення державних цільових програм розвитку вищої освіти в Україні та підготовки рекомендацій щодо її реформування, а також оцінювання результативності впровадження реформаторських заходів.



ЖУРАВЛЬОВА Людмила Віталіївна,

кандидат історичних наук,
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова
ORCID ID: 0000-0003-1668-2774

ТЕХНО-ДИПЛОМАТІЯ У ЗОВНІШНЬОПОЛІТИЧНОМУ КУРСІ США ЩОДО КИТАЮ ПРОТЯГОМ 2000-Х РР.: КОСМІЧНА ПЕРСПЕКТИВА.

Безпекові виклики XXI сторіччя, пов'язані із технологічним прогресом людства, ставлять перед дослідниками історії дипломатії все більше запитань. У контексті зростання побоювань щодо можливостей використання штучного інтелекту для ведення гібридних воєн відбувається сек'юритизація інформаційних систем. Це дає підстави сьогодні говорити про «технологічну холодну війну» між Сходом та Заходом, а саме між США та Китаєм¹. Водночас, саме історична ретроспектива покликана надати комплексне розуміння форм й характеру міжнародної взаємодії у галузі високих технологій.

Апелювання до космічної політики, в даному контексті, є досить вдалим. Адже саме освоєння космосу є неодмінною умовою сучасного розуміння прогресу людства. Крім того, від самого початку космічної ери, знання у сфері космічних технологій використовувалися американськими адміністраціями як вдалий зовнішньополітичний інструмент впливу². Відтак, під техно-дипломатією ще з кінця 1989-х рр. розумілося: «1) мистецтво і практика ведення переговорів між країнами з конфліктуючими технологічними інтересами; 2) вміння вести наукову діяльність, не викликаючи ворожечі; 3) вміння розв'язувати питання на межі науки й техніки в напрямку миру, а не війни»³. Варто зауважити, що подальший аналіз дослідниками концепції

1 Capri, A. (2020). Techno-nationalism and diplomacy: The US-China race to reshape alliances, institutions and standards. (Hinrich Foundation Report). Retrieved from: <https://www.hinrichfoundation.com/research/wp/tech/techno-nationalism-and-diplomacy/>

2 Eisenhower, S. Partners in Space: US-Russian Cooperation After the Cold War. Gettysburg: The Eisenhower Institute, 2004. 209 p.

3 Schweitzer, G. (1989). Techno-Diplomacy: US-Soviet Confrontations in Science and Technology. New York : Plenum Press. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-6046-7>

техно-дипломатії доводить, що техно-дипломатія включає передові наукові та технологічні знання до механізмів зовнішньої політики, які провідні держави мають для того, щоб задовольнити, перш за все, власні геополітичні інтереси⁴.

Геополітичні інтереси щодо освоєння та використання космосу Сполучених Штатів з кінця 1980-х рр. проявляються у формулі «зберегти й зміцнити американське лідерство в космічній діяльності через стимулювання приватного сектору»⁵. Водночас головним завданням останнього є заохочувати й стимулювати приватний бізнес до створення нових світових та внутрішніх ринків для американських космічних товарів і послуг, а також зміцнювати й зберігати позицію Сполучених Штатів як глобального партнера, якого обирають для міжнародної космічної торгівлі⁶. Відтак техно-дипломатія в американському варіанті містить в собі технонаціоналістичні елементи, які виникають в умовах «виклику лідерства»⁷. Тобто таких умов, за яких виникає загроза вже встановленому лідерству в галузі, або ж можливість претендувати на регіональне чи глобальне лідерство. Цей виклик спонукав до розвитку технологій як індикатора геополітичної сили й, зрештою, призвів до сучасного протистояння в космічних технологіях.

Таким викликом для американської першості у сфері освоєння й використання космосу стало перетворення Китаю у глобального гравця на ринку космічних запусків корисного навантаження. Із запуском свого першого пілотованого космічного корабля «Шеньчжоу-5» у 2003 р.⁸ КНР зайняла третє почесне місце, після СРСР та США, серед учасників космічного клубу, які можуть відправити людину в космос.

До цього часу Китай вже зарекомендував себе як успішний оператор на міжнародному ринку запусків супутників на орбіту⁹. Що, своєю чергою, змусило США виробити низку техно-дипломатичних прийомів щодо

4 Krige, J. (2020). Technodiplomacy: A Concept and its Application to U.S. – France Nuclear Cooperation in the Nixon-Kissinger Era. *Federal Register*, 12, 99-116. Retrieved from <https://shfg.wildapricot.org/resources/Documents/8-Technodiplomacy%20web.pdf>. P. 101.

5 National Space Policy №30. (1989). Presidential Directive on National Space Policy. (released November 2, 1989). Retrieved from <https://spp.fas.org/military/docops/national/nspd1.htm>

6 National Space Policy (2020). National Space Policy of the United States of America. (released December 9, 2020). Retrieved from <https://history.nasa.gov/NationalSpacePolicy12-9-20.pdf>

7 Johnson-Freese, J. (2014). The Geostrategic, Techno-Nationalist Push Into Space. *Oasis*, 20, 9-22. Retrieved from: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/oasis/article/view/4006>

8 Smith, M. S. China's Space Program: An Overview (CRS Report for Congress October 18, 2005). 2005. URL: <https://sgp.fas.org/crs/space/RS21641.pdf> (Last accessed: 03.11.2023).

9 Zhang Z., Seely B. A Historical Review of China-U.S. Cooperation in Space: Launching Commercial Satellites and Technology Transfer, 1978–2000. *Space Policy*. 2019. Vol. 50. Is. 101333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2019.08.003>

збереження свого лідерства у космічній галузі. Так протягом 1990-х рр. адміністраціями Дж. Буша-старшого та Б. Клінтона була вироблена система експортного контролю¹⁰. Метою експортних обмежень було припинити витік новітніх знань і технологій у космічній галузі до Китаю. Водночас переслідувалися як геополітичні цілі – забезпечити розширення можливостей військового застосування космічної техніки, так і економічні – перешкодити закріпленню китайських надавачів послуг на ринках запусків.

Проте ефект виявився протилежним й на початок 2000-х рр. експортні обмеження негативно вплинули на стан американського бізнесу, на який були накладені стягнення за передачу китайським компаніям технологій з американськими компонентами¹¹. У 1999 р. відбулося повернення контролю над ліцензіями на експорт супутників до Міністерства оборони США¹². Така жорстка політика, яка унеможлиблювала використання американських технологій у виробництві китайських супутників, підштовхнула КНР до європейських партнерів. Європа, як і Китай, виходили із більш прагматичної позиції, що інвестиції в технології подвійного призначення дозволяють максимізувати віддачу від обмежених ресурсів¹³.

Початок 2000-х рр. приніс із собою низку нових геополітичних викликів. із Терористичні акти 11 вересня 2001 р. та катастрофа шаттла «Колумбія» 2003 р. стали ключовими подіями, які поставили вже перед адміністраціями Дж. Буша-молодшого питання про ревізію інструментів техно-дипломатії США щодо КНР. Разом з тим у «Білій книзі» 2000 р. уряд КНР намітив цілі у космічній галузі на прийдешнє десятиліття: задовольняти висхідні потреби економічного будівництва, національної безпеки, науково-технічного розвитку і соціального прогресу, захищати національні інтереси Китаю і розбудовувати всеосяжну національну міць. Водночас Китай повинен покладатися на власні сили у розв'язанні ключових проблем і здійсненні проривів у космічних технологіях¹⁴.

10 Daniels M., Krige J. Knowledge Regulation and National Security in Postwar America. Chicago: University of Chicago Press, 2022. doi: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226817521.001.0001>

11 Logsdon, J., Reed, C. (1999). Commercializing Space Transportation. In Logsdon, J. (Eds.), *Exploring the Unknown: Selected Documents in the History of the U.S. Civil Space Program* (pp. 405-422). Retrieved from <https://history.nasa.gov/SP-4407/vol4/cover.pdf>

12 Zhang, Z., & Seely, B. (2019). A Historical Review of China-U.S. Cooperation in Space: Launching Commercial Satellites and Technology Transfer, 1978–2000. *Space Policy*, 50, 101333. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2019.08.003>. P. 25.

13 Johnson-Freese, J., & Erickson, A. S. (2006). The emerging China–EU space partnership: A geotechnological balancer. *Space Policy*, 22(1), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2005.11.001>. P. 12.

14 China's Space Activities, a White Paper (released November 22, 2000). Retrieved from <https://spaceref.com/status-report/chinas-space-activities-a-white-paper/>

Відповіддю на здобутки та амбіції китайської космічної галузі стало виголошення у 2004 р. Дж. Бушем-мол. нового бачення космічних досліджень в ініціативі «Дух відкриття» (Spirit of Exploration)¹⁵. У цьому перегляді пріоритетів космічної діяльності США простежується зростання геополітичної ролі космосу. Адже, заявлене повернення на Місяць, було продиктоване саме умовами виклику лідерства, які склалися для США. Використання важелів космічної політики для формування стратегічного середовища не було чимось новим для Сполучених Штатів. США неодноразово використовували космічні технології в якості «м'якої сили» навіть в періоди найбільших загострень «холодної війни» із СРСР. А система експортного контролю мала на меті не допустити розповсюдження ядерної зброї та, одночасно, захистити американські компанії пов'язані із виробництвом космічних технологій та наданням космічних послуг. Однак результатом протекціоністських зусиль американських адміністрацій стало розширення ринку комерційних запусків для Китаю. Так у 2005 р. французька компанія «Алкатель» запустила свій перший супутник китайською ракетою без ІТАР-технологій» (for U.S. International Traffic in Arms Regulations(ITAR))¹⁶. Тобто таких, що не потрапляють під регулювання Міжнародних правил торгівлі зброєю Держдепартаменту США.

Складність американо-китайського співробітництва у космосі полягала у відсутності довіри до китайських політичних структур. Китайська космічна програма є однією із найбільш закритих і складних. В ході численних реструктуризацій державного управління космічною галуззю КНР було створено складну ієрархічну систему управління галуззю. В основі організації космічної галузі лежить спільне управління нею Комуністичною партією Китаю, урядом й військовими¹⁷. Тому протягом 2000-х рр. діяльність Китаю у сфері високих технологій все більш розцінюється США як ключова «національна загроза»¹⁸.

15 President Bush Announces New Vision for Space Exploration Program (released January 22, 2004). Retrieved from <https://goo.gl/e5wshA>

16 Abbey, G., & Lane, N. (2009). *United States Space Policy: Challenges and Opportunities Gone Astray*. Cambridge: American Academy of Arts and Sciences. Retrieved from <https://www.amacad.org/sites/default/files/publication/downloads/spaceUS.pdf>

17 Johnson-Freese, J. (2003). China's Manned Space Program: Sun Tzu or Apollo Redux? *Naval War College Review*, 56(3), 51–71. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/26394006>

18 Park, S. (2022). The Review Article on Technonationalism. *Preprints*. Vol. 1. doi: <https://doi.org/10.20944/preprints202211.0131.v1>

У «Національній космічній політиці» США 2006 р. підкреслювалася роль космічної дипломатії для «забезпечення підтримки національної космічної політики й програм США, а також, заохочення використання космічного потенціалу із друзями й союзниками». Також обґрунтовувалася ідея «що Сполучені Штати виступатимуть проти обмеження контролю над озброєннями, які звужують права Сполучених Штатів на проведення досліджень, розробку, випробування, операцій або іншої діяльності в космосі в національних інтересах США»¹⁹. Ця пряма, навіть конфронтаційна риторика космічної політики, поставила США в суперечність з пріоритетами інших космічних держав. Що дало підстави експертам говорити про небезпеку мілітаризації космосу²⁰.

Відтак бачимо, що США в космічній галузі вибір між інтернаціоналізацією й забезпеченням власних національних інтересів був зроблений на користь останнього. Розгляд космічних держав як потенційних ворогів у цій системі координат значно звузив застосування інструментів техно-дипломатії.

Одночасно, досягнення КНР в галузі пілотованої космонавтики протягом другої половини 2000-х рр. висунули китайські амбіції далеко за межі регіонального лідера. Багато в чому це сталося завдяки співробітництву із Росією. У 2006 році заступник директора Російського космічного агентства Ю. Носенко повідомив, що Китай підписав контракти з російськими космічними підприємствами на десятки мільйонів доларів²¹. Саме співробітництво із російськими компаніями дало КНР можливість створити складні стикувальні механізми для Китайської космічної станції. Модель якої було продемонстровано для загалу у 2009 р.²². Відтак зусилля американських адміністрацій по недопущення Китаю на Міжнародну космічну станцію зміцнило впевненість КНР у необхідності розробляти власну.

Протягом 2000-х рр. ринок космічних технологій став більш глобалізованим з точки зору економічних ланцюжків. А відтак, він став набагато

19 National Space Policy №49. (2006). National Security Presidential Directive National Space Policy. (released August 31, 2006). Retrieved from: <https://irp.fas.org/offdocs/nsdp/space.html>

20 Johnson-Freese, J (Winter 2007). The New U.S. Space Policy: A Turn Toward Militancy?" Issues in Science and Technology 23, no. 2. Retrieved from https://issues.org/p_johnson-freese/

21 Moltz, J. (2011). China's Space Technology: International Dynamics and Implications for the United States. For the hearing of the U.S. China Economic and Security Review Commission on: "The Implications of China's Military and Civil Space Programs". (released May 11, 2011). Retrieved from: <https://www.uscc.gov/sites/default/files/5.11.11Moltz.pdf>

22 Moltz, J. (2011)...

менш залежним від американської продукції. Тому техно-дипломатичні зусилля спрямовані на ізоляцію Китаю в космічній галузі не могли бути ефективними.

Звичайно, елементи кооперації також були присутніми. Обмін даними, спільне планування місій, вироблення спільних стандартів і спільне проведення місій – головні рівні на яких відбувалася співпраця у космічній галузі. Але це стосується переважно наукових даних. Наприклад щодо обміну інформацією щодо знаходження космічного сміття на навколоземній орбіті²³. Далі непрозорість китайської виробничої та структурної системи в космічній галузі не давала можливості налагодити ширший діалог. По суті між космічними відомствами США та КНР на кінець 2000-х рр. не існувало фундаменту для цих стосунків. За відсутності ані інституційних, ані особистих відносин техно-дипломатія у космічній галузі є набором спорадичних контактів, які не можуть мати комплексного характеру.

Що більше на початку 2010-х рр. навіть ці контакти були обмежені із міркувань безпеки. У квітні 2011 р. 112-й Конгрес США видав акт, яким заборонив НАСА та Управлінню з науково-технічної політики укладати двосторонні угоди або здійснювати будь-які інші дії для співпраці із Китаєм у космосі. Сьогодні ця заборона залишається в силі й НАСА може співпрацювати з Китаєм лише через розгляд Конгресом кожного конкретного випадку спільної діяльності держав і лише з дозволу останнього.

Отже, в космічній політиці, як і в будь-якій техно-інноваційній діяльності, можливості техно-дипломатії визначаються геополітичним середовищем та реальними можливостями країн претендувати на роль лідера. Саме цей «виклик лідерства» протягом 2000-х рр. зміцнив техно-націоналістичні елементи зовнішньополітичної діяльності США у космічній галузі. Однак в умовах глобалізації економічної системи така політика призвела до того, що правила експортного контролю практично унеможливили американо-китайське співробітництво в галузі освоєння та використання космосу. За цих умов космос перестав бути інструментом «м'якої сили» і, в певному сенсі, став ареною нової технологічної гонитви.

23 Xinhua, (October 16,2005). Chinese Experts Welcome US Offer of Warning Datum for Spacecraft Launch. Retrieved from: http://english.peopledaily.com.cn/200510/16/eng20051016_214641.html

ГНАТИШЕНА Ірина Михайлівна,

кандидат філологічних наук, доцент,

Чернівецький торговельно-економічний інститут

Державного торговельно-економічного університету

ORCID ID: 0000-0001-8832-0751

ПЕТРЕНКО Оксана Дмитрівна,

кандидат філологічних наук, доцент,

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ORCID ID: 0000-0002-2707-3221

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ ТА НІМЕЦЬКОЇ МОВ НА ОСНОВІ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА ОНЛАЙН-РЕСУРСІВ

Сучасний світ переживає серію глибоких змін, спричинених глобалізацією та інформатизацією, що, відповідно, впливає на всі аспекти нашого життя, включаючи освіту. Одним із найважливіших аспектів цих змін є необхідність підготовки міжнародних спеціалістів з глобальним розумінням та баченням сучасного світу. В умовах, де кордони втрачають своє значення, а можливості взаємодії з іншими країнами стають дедалі реальнішими, володіння іноземною мовою стає не просто показником особистого чи професійного розвитку, але й визнаною освітньою необхідністю.

У цьому контексті іншомовна компетентність стає ключем до успіху в багатьох галузях, зокрема і в економіці. Тому, одне із головних завдань сучасної освіти полягає у підготовці студентів до викликів глобального світу, який стає все більше взаємопов'язаним і вимагає від фахівців здатності спілкуватися та працювати в іноземному оточенні. Володіння англійською та німецькою набуває особливого значення, оскільки вони визнані мовами міжнародного спілкування та торгівлі.

Традиційні методи викладання стали недостатньо ефективними для досягнення професійного рівня володіння мовою, особливо в сфері

економіки та бізнес-комунікації. Вони акцентують увагу на академічному підході та не задовольняють потреб студентів у практичних навичках¹, які необхідні для успішної діяльності в економічному середовищі. Відтак, інноваційні підходи до викладання іноземних мов, які базуються на використанні віртуальної реальності та онлайн-ресурсів, мають потенціал вирішити цю проблему та підготувати студентів до викликів сучасного конкурентного світу.

Україна, будучи активним учасником глобального співтовариства, також відчуває потребу в інноваціях у сфері викладання іноземних мов. У цьому контексті важливо підкреслити, що впровадження інноваційних методів навчання стає стратегічним завданням для підготовки нового покоління українських фахівців до успішної взаємодії з міжнародними партнерами в економічній сфері. Застосування сучасних методів має на меті підвищити рівень володіння іноземними мовами серед українського студентства, що в свою чергу сприятиме покращенню якості комунікації із зарубіжними колегами та створить необхідні передумови для успішної участі в глобальних процесах.

Перш за все, мова йде про використання віртуальної реальності (VR), яка в контексті викладання економічної англійської та німецької мов відкриває перед студентами новий рівень можливостей для отримання поглибленого і якісного освітнього досвіду. Віртуальна реальність – це інноваційна технологія, яка дозволяє створити іммерсивне навчальне середовище, що імітує реальні ситуації та сприяє більш ефективному вивченню мов².

Іммерсивне навчання³: використання VR у викладанні економічної англійської та німецької мов дозволяє створити інтерактивні віртуальні аудиторії та ситуації, де студенти можуть спілкуватися, вивчати та практикувати мову в життєподібних ситуаціях. Наприклад, вони можуть потрапити в інтерактивну віртуальну торгову біржу, де будуть грати ролі фахівців із фінансового аналізу та брокерів, імітуючи реальний торгівельний процес на фондовому ринку. Учасники повинні

1 Лапінський В.В. (2016). Електронні освітні ресурси як основа сучасного навчального середовища загальноосвітніх навчальних закладів. Інформаційні технології в освіті. № 15. С. 30–37.

2 Shadieva, R., & Yang, M. (2020). Review of studies on technology-enhanced language learning and teaching. *Sustainability*, 12(2), 524. <https://doi.org/10.3390/su12020524>

3 Calvert, J., & Abadia, R. (2020). Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology. *Computers & Education*, 159, 104005. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104005>

взаємодіяти, аналізувати ринкові показники та приймати рішення щодо купівлі та продажу цінних паперів у реальному часі, використовуючи англійську чи німецьку мову для комунікації.



Рис. 1. Переваги використання VR

Ця інтерактивна ситуація дозволяє студентам набути практичних навичок у галузі фінансового аналізу та ведення бізнесу, використовуючи специфічну лексику та терміни, які вживаються на фондовому ринку. Вони також розвивають навички прийняття рішень у стресових ситуаціях, що є надзвичайно корисним для майбутніх професійних обов'язків у фінансовій сфері.

Підвищення мотивації та залученості⁴: Використання VR збільшує мотивацію студентів і залучає їх у навчальний процес. Інтерактивність та реалістичність віртуального середовища роблять навчання цікавішим і захоплюючим. Студенти можуть вивчати мову в різних сценаріях, таких як переговори, презентації, аналіз економічних документів, що сприяє активному навчанню і розвитку критичного мислення.

Симуляція реальних ситуацій: VR дозволяє створити навчальне середовище для симуляції реальних ситуацій і завдань⁵, пов'язаних із

4 Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23, 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

5 Bower, M., DeWitt D., & Lai, J. W. M. (2020). Reasons associated with preservice teachers' intention to use immersive virtual reality in education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2214–2232. <https://doi.org/10.1111/bjet.13009>

вивченням економічних тем. Наприклад, викладач може запропонувати студентам взяти участь у віртуальній симуляції переговорів між іноземною та українською компаніями щодо можливої співпраці у сфері імпорту та експорту товарів. Для цього він надає їм інформацію про обидві компанії, їхні продукти та послуги, а також ринки, на яких вони працюють. За допомогою віртуальної реальності студенти можуть відігравати ролі різних представників обох компаній, включаючи директорів, маркетингових менеджерів та фахівців з логістики. Вони проводять переговори, обговорюватимуть умови контракту, узгоджуватимуть ціни та деталі доставки. Ця симуляція дозволить студентам відчувати реалістичність бізнес-переговорів, вивчити специфічну економічну лексику та розвивати навички ведення міжнародних бізнес-операцій⁶.

Індивідуальний підхід до навчання: VR може бути налаштована під потреби кожного студента. Спеціалізовані програми і налаштування дозволяють навчальному процесу стати більш персоналізованим⁷. Також викладачі можуть відстежувати прогрес кожного студента та надавати необхідну підтримку, враховуючи їхні потреби та рівень академічної успішності.

Загалом, використання віртуальної реальності в процесі викладання економічної англійської та німецької мов відкриває нові перспективи для здобуття практичних навичок та підвищення рівня володіння мовою. Наприклад, соціальна платформа AltspaceVR дозволяє створювати віртуальні аудиторії, де студенти можуть вільно спілкуватися між собою та вивчати мову в інтерактивному середовищі. Викладачі можуть організовувати уроки та дискусії, які імітують реальні ситуації з економічної сфери. На Engage викладачі мають можливість створювати віртуальні уроки та симуляції для практики професійних ситуацій, таких як переговори, презентації або аналіз економічних документів. Інша платформа Unimersiv також спеціалізується на створенні навчальних віртуальних симуляцій для вивчення мови. Вона може бути корисною для викладачів, які хочуть використовувати VR для створення інтерактивних уроків з фокусом на економічному контексті. Додаток Mondly VR вико-

6 Petersen, G. B., Petkakis G., & Makransky G. (2022). A study of how immersion and interactivity drive VR learning. *Computers & Education*, 179, 104429. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104429>

7 McGee, B. L., & Jacka, L. (2021). Virtual reality in Education. Broken promises or new hope? In Gregory, S., Warburton, S., & Schier, M. (Eds.), *Back to the Future – ASCILITE '21*. Proceedings ASCILITE 2021 in Armidale (pp. 74–80). <https://2021conference.ascilite.org/wp-content/uploads/2021/11/ASCILITE-2021-Proceedings-McGee-Jacka.pdf>

ристовує віртуальну реальність для навчання різних мов, включаючи англійську та німецьку. Він містить інтерактивні уроки та симуляції, які допомагають студентам практикувати мову у реальних сценаріях, а платформа Rosetta Stone Catalyst надає можливість практикувати терміни та вирази, які використовуються в економічній сфері. Ці віртуальні інструменти та середовища надають викладачам та студентам можливість навчати та практикувати економічну англійську та німецьку мову в іммерсивних та реалістичних сценаріях, що полегшує засвоєння та застосування мови у професійній сфері.

Онлайн-ресурси в сучасному викладанні економічної англійської та німецької мов також відіграють ключову роль, надаючи доступ до широкого спектру інструментів та матеріалів для навчання та практики. Технологічний розвиток та загальна доступність Інтернету⁸ створюють нові можливості для навчання, особливо в контексті вивчення іноземних мов.

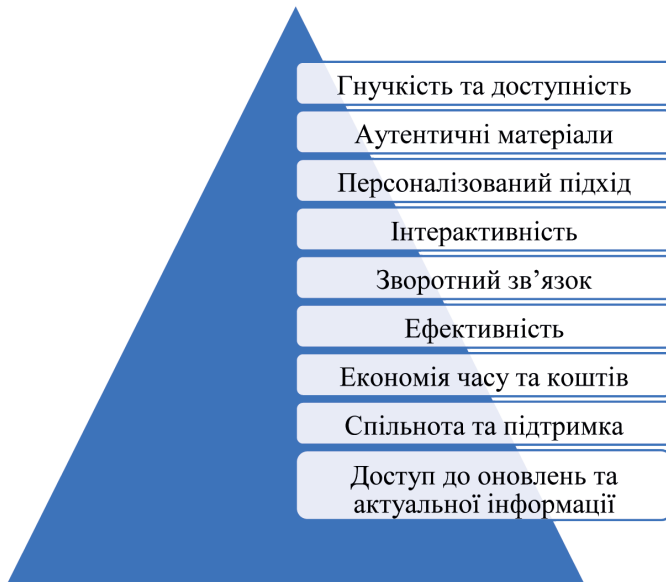


Рисунок 2. Переваги використання онлайн-ресурсів для викладання економічної англійської та німецької мов

Інтернет надає швидкий доступ до різноманітних ресурсів та релевантної інформації, що дозволяє студентам покращити свою мовленеву компетентність та знизити тривожність, яка пов'язана із спілкуванням на іноземних мовах.

⁸ Мозайкіна І.О. (2017). Особистісно орієнтовані технології навчання іноземних мов : навчально-методичний посібник / Укладачі: І. О. Мазайкіна, Є. В. Громов, Т. І. Ямчинська – Вінниця: ВДПУ. 76 с.

Крім того, інтерактивні можливості в онлайн-середовищі сприяють активній взаємодії студентів та залученню їх до роботи в команді. Групові завдання, взаємна оцінка та віртуальні інструменти сприяють як активному навчанню, так і автономному вивченню мови, дозволяючи студентам брати на себе відповідальність за особистий прогрес та успіхи. Онлайн-ресурси також сприяють налагодженню ефективного взаємодії між викладачем та студентом, стимулюючи високий рівень мотивації і підтримуючи студентську самостійність. Цей активний взаємозв'язок залучає студентів до активної участі у навчальному процесі, підвищує рівень їхньої зацікавленості та сприяє глибшому засвоєнню матеріалу. Викладачі, у свою чергу, можуть підтримувати студентів шляхом надання консультацій, додаткового матеріалу, рекомендацій. Така взаємодія сприяє якісному навчанню та формуванню впевненості студентів у власних здібностях.

Однією з суттєвих переваг використання онлайн-ресурсів є їх адаптивність до рівнів володіння мовою та конкретних потреб⁹. Інтернет надає велику кількість ресурсів для різних рівнів мови, що дозволяє студентам навчатися у власному темпі. Це дає можливість вибирати ресурси, що відповідають навчальним цілям, як, наприклад, поліпшення навичок усного мовлення, підготовка до іспитів тощо.

Серед безлічі онлайн-ресурсів, найбільш релевантними для викладання і вивчення економічної англійської та німецької мов ми визначаємо:

- освітні платформи, такі як Duolingo, Rosetta Stone, або Babbel, надають інтерактивні курси для вивчення англійської та німецької мов та містять вправи з граматики, вимови та слухання;
- мовні додатки, наприклад Memrise, FluentU, Tandem, HelloTalk, дозволяють студентам вивчати мову в будь-якому місці та в будь-який час, а також пропонують короткі уроки і вправи для розвитку навичок мовлення;
- онлайн-курси на платформах Coursera, edX, Udeyму надають лекції, вправи та можливість взаємодії з іншими студентами;
- відео та аудіо ресурси (TED Talks, YouTube-канали для навчання мови), аудіокниги, подкасти.

9 York, J., Shibata, K., Tokutake, H., & Nakayama, H. (2021). Effect of SCMC on foreign language anxiety and learning experience: A comparison of voice, video, and VR-based oral interaction. *ReCALL*, 33(1), 49-70. <https://doi.org/10.1017/S0958344020000154>

Особливий інтерес викликають подкасти, які є важливим джерелом для покращення навичок мовлення та сприймання на слух. Подкасти надають можливість студентам слухати реальні приклади мовлення носіїв мови, що допомагає вивчити вірну вимову, ритм і інтонацію. Вони охоплюють різноманітні контексти, що допомагає розуміти, як мова використовується у реальних ситуаціях, а це сприяє практичному навчанню. Подкасти регулярно оновлюються і охоплюють різноманітні теми, від новин та культури до науки та подорожей, що дає студентам можливість вибирати теми, які найбільше відповідають їхнім інтересам і потребам.

Слухання подкастів стає інноваційним підходом до навчання ще і тому, що студенти можуть використовувати його в будь-якому місці, в будь-який час та надсилати запитання або коментарі, отримуючи зворотній зв'язок від ведучих або інших слухачів, що сприяє активній взаємодії та покращує розуміння мови.

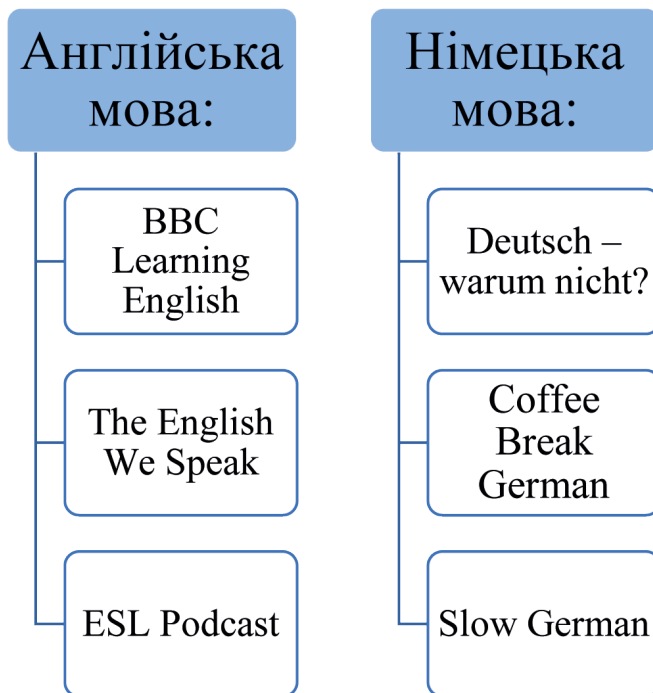


Рисунок 3. Популярні подкасти для вивчення англійської та німецької мов

Використання віртуальної реальності (VR) та онлайн-ресурсів у викладанні економічної англійської та німецької мов безперечно відкриває широкі можливості для інноваційного та захопливого навчання. Цей

підхід може зробити цей процес більш легким та цікавим для студентів, але разом із перевагами виникають і недоліки, які потребують ретельного аналізу та вирішення.

Перш за все, мова йде про те, що, на жаль, не всі студенти мають доступ до стабільного інтернет-з'єднання, комп'ютерів або гарнітур, що ускладнює їхню можливість використовувати ці пристрої. Тому навчальним закладам слід активно розробляти спеціальні програми та ініціативи для забезпечення рівного доступу до цих ресурсів для всіх студентів, незалежно від їхнього соціального чи економічного статусу.

Використання віртуальної реальності та онлайн-ресурсів в освітньому процесі надає безмежну кількість доступних матеріалів, і ця різноманітність може бути як перевагою, так і викликом для викладачів. Разом із доступом до широкого спектру ресурсів приходять відповідальність вибирати найбільш релевантні та авторитетні джерела. Цей процес стає завданням, яке вимагає значних зусиль та експертної підготовки викладачі, які повинні бути не лише добре ознайомленими з наявними ресурсами, але й мати високий рівень аналітичних здібностей, щоб критично оцінювати релевантність цих матеріалів навчальним цілям і потребам конкретної групи студентів. Викладачі повинні враховувати не лише актуальність матеріалів, але й їхню якість та надійність. Важливо оцінювати авторитетність джерел, перевіряти їхні докази та факти, щоб забезпечити студентам доступ до достовірної та цінної інформації¹⁰. Крім того, викладачі повинні пам'ятати про індивідуальні особливості своїх студентів і відбирати матеріали, які найкраще враховують їхні потреби та навчальний стиль.

Важливим викликом є інтеграція інноваційних підходів у загальну навчальну програму. Це передбачає розробку сучасних курсів, які відповідають інноваційним вимогам. Викладачам слід враховувати цей аспект при плануванні занять, а також забезпечувати послідовність та логічність навчального процесу. Також оцінка навчальних досягнень студентів у контексті VR та онлайн-ресурсів може бути складнішою порівняно з традиційними методами. У цьому контексті викладачам доведеться розробити нові підходи до оцінювання та визначення резуль-

¹⁰ Aguayo, C., Eames, C., & Cochrane, T. (2020). A framework for mixed reality free-choice, self-determined learning. *Research in Learning Technology*, 28, 1–19. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2347>

тативності студентів. І найголовніша проблема впровадження інноваційних підходів до викладання, які базуються на VR та онлайн-ресурсах, полягає у належній підготовці викладачів, які повинні оволодіти не тільки технічними аспектами, але і викладацькими методами для їх ефективного використання.

Таким чином, інноваційні підходи до викладання економічної англійської та німецької мов на основі віртуальної реальності та онлайн-ресурсів відкривають перед студентами безмежні можливості для поглибленого та якісного навчання. Використання віртуальної реальності створює іммерсивне навчальне середовище, що імітує реальні ситуації, сприяє індивідуалізації та забезпечує активне навчання. Онлайн-ресурси надають можливість для цільового та практичного використання мови, забезпечують ефективну взаємодію студентів та підтримують самостійність у навчанні. Ці інноваційні методи дозволяють викладачам створити структуровані та динамічні уроки, що забезпечують підвищений інтерес студентів. Залучення до інтерактивних групових завдань та використання віртуальних інструментів сприяє активному навчанню та формуванню навичок комунікації. Однак разом із цими перевагами виникають виклики, які потребують ретельного вирішення. Доступність обладнання та інтернет-з'єднання для всіх студентів є однією з суттєвих проблем, яку потрібно враховувати. Також важливим є відбір релевантних та авторитетних ресурсів, адаптація інструкцій та завдань до особливостей використання цих технологій та розвиток нових методів оцінки результатів студентів.

Подальше дослідження вбачаємо у розробці ще більш інтерактивних та іммерсивних середовищ для навчання, а також у створенні ефективних стратегій для забезпечення доступу до цих інновацій, що позитивно відобразиться на якість навчання та результативності студентів.

**БІЛЯЄВА Ольга Олександрівна,**

доктор медичних наук, професор
професор кафедри загальної та невідкладної хірургії
Національного університету охорони здоров'я України імені
П.Л. Шупика
ORCID ID: 0000-0003-2862-0423

КРИЖЕВСЬКИЙ Вадим Віталійович,

доктор медичних наук, професор
завідувач кафедри загальної та невідкладної хірургії
Національного
університету охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика
ORCID ID: 0000-0002-8538-2583

КАРОЛЬ Іван Вікторович,

кандидат медичних наук,
завідувач хірургічного відділення КНП «Броварська
багатопрофільна клінічна лікарня»
ORCID ID: 0000-0003-3684-0127

ІЛЛАРІОНОВА Тетяна Валентинівна,

власник ТОВ "Sirion"
Україна

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПРОФІЛАКТИКИ РАНОВИХ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ УСКЛАДНЕНЬ У ХВОРИХ НА ПЕРИТОНІТ

Однією з найсерйозніших проблем абдомінальної хірургії є проблема перитоніту. Летальність пацієнтів при цій патології може досягати 80-90%, особливо при наростанні ендогенної інтоксикації та розвитку синдрому поліорганної недостатності¹.

Перитоніт – це внутрішньочеревна інфекція, яка потребує негайного хірургічного втручання та швидкої антимікробної терапії для досягнення хорошого результату. Однак більша тривалість антимікробної терапії може збільшити частоту резистентних штамів².

- 1 Biliaieva OO, Kryzhevskiy VV, Karol IV. Prychyny nezadovolnykh rezultativ diahnostryky perytonitu na dohospitalnomu etapi. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*. 2021; 4 (144): 1 – 4. doi: 10.32471/umj.1680-3051.144.214004. [In Ukrainian].
- 2 Huang TS, Huang SS, Shyu YC, Lee CH, Jwo SC, Chen PJ, et al. A procalcitonin-based algorithm to guide antibiotic therapy in secondary peritonitis following emergency surgery: a prospective study with propensity score matching analysis. *PLoS One*. 2014 Mar 4; 9(3): e90539. doi: 10.1371/journal.pone.0090539. PMID: 24594916.

Значною проблемою в післяопераційному періоді є абдомінальний сепсис. Повторні хірургічні втручання при перитоніті сприяють підвищенню виживаності, однак вони є додатковим фактором ризику для пацієнтів³.

Частими ускладненнями при перитоніті є ранові ускладнення – сероми, гематоми та нагноєння ран. Найнебезпечнішим ускладненням є нагноєння післяопераційних ран, яке при розлитому і загальному перитоніті, за даними різних авторів, зустрічається в 11 – 72 %⁴.

Релапаротомії збільшують частоту виникнення ускладнень, на перший план з яких виступають ускладнення з боку операційної рани, оскільки повторні відкривання черевної порожнини сприяють ішемії країв рани, їх пошкодженню та постійній контамінації м'яких тканин мікроорганізмами. Ці ускладнення подовжують термін перебування пацієнтів у стаціонарі, збільшують тривалість непрацездатності, вартість лікування та погіршують його результати.

Перспективним напрямком для профілактики нагноєння операційних ран є розробка нових засобів, які володіють багатокомпонентною дією і чинять протизапальний та бактерицидний вплив, стимулюють регенерацію тканин, мають високу дегідратуючу та сорбційну здатність⁵. До таких засобів відносяться аплікаційні сорбенти, які забезпечують видалення мікроорганізмів, їх токсинів та метаболітів з поверхні ран при їх контакті із сорбентами. Характерною особливістю сорбентів є адсорбція всіх мікроорганізмів без вибіркової дії, що попереджує селекцію антибіотикорезистентних штамів⁶.

Кардинально новим напрямком в лікуванні перитоніту є застосування пробіотиків, широкий спектр властивостей яких може вирішити багато проблем, навіть таких як подолання антибіотикорезистентності.

Рід *Bacillus* включає 377 видів грампозитивних паличкоподібних бактерій. Їхня здатність утворювати ендоспори, різноманітність фізіологічних

3 Rau BM, Frigerio I, Buchler MW, Wegscheider K, Bassi C, Puolakkainen PA, et al. Evaluation of procalcitonin for predicting septic multiorgan failure and overall prognosis in secondary peritonitis: a prospective, international multicenter study. *Arch Surg*. 2007 Feb; 142(2): 134–42. doi:10.1001/archsurg.142.2.134. PMID: 17309964.

4 Biliaieva OO. Kompleksne likuvannia perytonitu i profilaktyka yoho uskladnen (eksperymentalno-klinichne doslidzhennia) [dysertatsiia]. Kyiv; 1999. 375 s. [In Ukrainian].

5 Bulyha LO, Chernykh VP, Shtryhol Slu, Movchan BO, Butko YaO. Eksperymentalne doslidzhennia ranozahoiuvanoi dii heliu z nanochastynkamy sribla ta hliukozaminom. *Farmakolohiia ta likarska toksykolohiia*. 2015; 2(43):49-54. [In Ukrainian].

6 Karol IV. Porivnialna otsinka efektyvnosti suchasnykh metodiv likuvannia hniino-zapalnykh zakhvoriuvan miakykh tkanyh iz zastosuvanniam oksydu azotu ta aplikatsiinoho sorbentu (eksperymentalno-klinichne doslidzhennia) [dysertatsiia]. Kyiv; 2019. 219 s. [In Ukrainian].

властивостей, а також їх здатність виробляти численні антимікробні сполуки сприяють їх повсюдному поширенню⁷.

Нині активно вивчаються властивості *Bacillus subtilis*, які використовуються як в медицині, так і в промисловості. Відомо, що вони мають чудову здатність до секреції білка, що робить його важливим компонентом у виробництві деяких молекул, таких як білки, вітаміни та антибіотики. Антиоксидантна активність (біо)хімічної сполуки відповідає її здатності затримувати або запобігати окисленню субстрату, що є результатом дисбалансу між виробництвом активних форм кисню та їх деградацією антиоксидантами⁸.

Для будь-якого штаму групи *B. subtilis* зараз вважається, що принаймні 4–5% його геному призначено для виробництва антимікробних сполук⁹. Ці молекули в основному є антимікробними пептидами, а їх структури зазвичай є циклічними, гідрофобними і містять специфічні фрагменти, такі як D -амінокислоти або внутрішньомолекулярні тіоетерні зв'язки. На додаток до антимікробних пептидів, леткі метаболіти також складають велике сімейство протимікробних препаратів, що демонструють численні метаболічні та функціональні ролі¹⁰.

Ліпопептиди *Bacillus* класифікуються на три сімейства відповідно до структури пептидного фрагмента: сурфактини, ітурини (мікосубтиліни) і пліпастатини/фенгіцини. Це амфіфільні циклічні пептиди, пов'язані з вуглеводневим ланцюгом жирної кислоти, які, як виявлено, мають багато біологічних ефектів. Повідомляється, що ці молекули значною мірою відомі не лише завдяки своїй біоповерхнево-активній здатності (особливо сурфактантам), але й їхній антимікробній активності¹¹.

Бактерії є основною групою мікроорганізмів-продуцентів біосурфактантів¹². Кілька досліджень повідомляють про потенціал видів

7 Abriouel H, Franz CM, Omar NB, Gálvez A. Diversity and applications of *Bacillus* bacteriocins. *FEMS Microbiol. Rev.* 2011 Jan;35(1):201-32. doi: 10.1111/j.1574-6976.2010.00244.x. PMID: 20695901.

8 Dussert E, Tourret M, Dupuis C, Noblecourt A, Behra-Miellet J, Flahaut C, et al. Evaluation of Antiradical and Antioxidant Activities of Lipopeptides Produced by *Bacillus subtilis* Strains. *Front. Microbiol.* 20 June 2022; 13:914713. doi: 10.3389/fmicb.2022.914713.

9 Stein T. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Mol. Microbiol.* 2005 May;56(4):845-57. doi: 10.1111/j.1365-2958.2005.04587.x. PMID: 15853875.

10 Caulier S, Nannan C, Gillis A, Licciardi F, Bragard C, Mahillon J. Overview of the Antimicrobial Compounds Produced by Members of the *Bacillus subtilis* Group. *Front. Microbiol.* 2019; 10:302. doi: 10.3389/fmicb.2019.00302.

11 Jacques P. "Surfactin and other lipopeptides from *Bacillus* spp.," in *Biosurfactants: From Genes to Applications*, eds Soberón-Chávez G. 2011; Berlin, Heidelberg: Springer; p. 57–91.

12 Femi-Ola TO, Oluwole OA, Olowomofe TO, Yakubu H. Isolation and screening of biosurfactant-producing bacteria from soil contaminated with domestic waste water. *BJES.* 2015;3(1):58–63.

Bacillus як виробників біосурфактантів, таких як біосурфактанти ліпопептидного типу¹³.

Доведено, що біосурфактанти є чудовими інгібіторами мікробної адгезії та утворення біоплівки. Біоплівки - це спільноти мікробів, що прилипають до біотичних або абіотичних поверхонь. Загалом, мікробні біоплівки є щоденною проблемою, з якою стикається медицина та суспільство¹⁴. Адгезія є першою стадією формування біоплівки та найкращим часом для дії антиадгезивних сполук¹⁵. Ліпопептиди DCS1 *Bacillus* мають природні антиоксидантні, антимікробні та антиадгезивні властивості¹⁶.

З вище викладеного випливає, що дане дослідження є актуальним і необхідним для зменшення числа ускладнень з боку операційної рани у хворих на перитоніт.

Дослідження проведене на базі Броварської багатопрофільної клінічної лікарні. За 2022 рік в хірургічному відділенні було проліковано 222 хворих з перитонітом, віком від 18 до 93 років. Осіб чоловічої статі серед них було 119 (53,6 %), жіночої – 103 (46,4 %).

Захворювання, що стали причиною гострого перитоніту були наступними: гострий апендицит – у 94 (42,3 %) випадках, гострий холецистит – в 50 (22,5 %) випадках, перфоративна виразка шлунку або ДПК – в 32 (14,4 %) випадках, перфорація пухлини – в 14 (6,3 %) випадках, гострий деструктивний панкреатит – у 2 (0,9 %) випадках, поранення органів черевної порожнини – в 6 (2,7%) випадках, перфорація тонкої кишки – у 5 (2,3 %) випадках, травми черевної порожнини – в 8 (3,6 %) випадках, товстокишкова непрохідність непухлинного генезу – у 2 (0,9 %) випадках, тонкокишкова непрохідність – в 7 (3,2 %) випадках, інші – в 2 (0,9%) випадках. До «інших» віднесли захворювання, що траплялися по одному випадку: тромбоз мезентеріальних судин та криптогенний перитоніт.

Запоширеністю процесу, місцевий перитоніт був виявлений у 114 (51,3 %) хворих, дифузний – у 40 (18,0 %), розлитий – в 21 (9,5 %) та загальний –

13 Joshi SJ, Suthar H, Yadav AK, Hingurao K, Nerurkar A. Occurrence of biosurfactant producing *Bacillus* spp. in diverse habitats. *ISRN Biotechnol* 2013;2013 Article ID 652340, 6 pp. doi: <https://doi.org/10.5402/2013/652340>.

14 Sadekuzzaman M, Yang S, Mizan MFR, Ha SD. Current and recent advanced strategies for combating biofilms. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 04 June 2015;14:491–509. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12144>.

15 Janek T, Lukaszewicz M, Krasowka A. Antiadhesive activity of the biosurfactant pseudofactin II secreted by the Arctic bacterium *Pseudomonas fluorescens* BD5. *BMC Microbiol*. 2012;12:24. 2012 Feb 23;12:24. doi: 10.1186/1471-2180-12-24. PMID: 22360895. PMCID: PMC3310744.

16 Jemil N, Ben Ayed H, Manresa A, Nasri M, Hmidet N. Antioxidant properties, antimicrobial and anti-adhesive activities of DCS1 lipopeptides from *Bacillus methylotrophicus* DCS1. *BMC Microbiol*. 2017 Jun 28;17(1):144. doi: 10.1186/s12866-017-1050-2. PMID: 28659164. PMCID: PMC5490168.

у 47 (21,2 %) хворих. За характером ексудату структура перитоніту була наступною: серозний – в 69 (31,1 %) хворих, серозно-фібринозний – в 66 (29,7 %), фібринозно-гнійний – у 33 (14,9 %), гнійний – в 30 (13,5 %), каловий – в 12 (5,4 %) та геморагічний – у 12 (5,4 %) хворих. У 98 (44,1 %) пацієнтів була виявлена реактивна стадія перитоніту, в 111 (50,0 %) – токсична та у 13 (5,9 %) хворих – термінальна стадія. В дослідження увійшли пацієнти з токсичною та термінальною стадіями перитоніту, яким виконувалася серединна лапаротомія.

Пацієнти дослідження були поділені на 3 групи. В I групу (основна) увійшло 23 пацієнти, в яких для профілактики ранових гнійно-запальних ускладнень інтраопераційно використовували поліуретановий ранорозширювач (ранопротектор) зі змінною висотою в поєднанні з аплікаційним сорбентом «Орнідасил»¹⁷. До II групи (основна) увійшло 15 пацієнтів, у яких використовували поліуретановий ранопротектор разом зі спреєм, що містить пробіотики, а в післяопераційному періоді рану обробляли гелем з пробіотиками. В III групу (порівняння) увійшло 27 пацієнтів, у яких для профілактики ранових гнійно-запальних ускладнень використовували тільки поліуретановий ранопротектор. Групи були співставні за віком, статтю, розповсюдженістю та характером перитоніту.

Факторами ризику нагноєння операційної рани є: гнійний перитоніт, похилий та старечий вік, ожиріння, додаткове розширення рани під час операції, технічні труднощі під час проведення операції, розкриття порожнистого органа, порушення асептики, тривале стиснення черевної стінки ранорозширювачем, тривалість операції (частота нагноєння пропорційна тривалості операції), цукровий діабет.

Критичною кількістю мікроорганізмів для виникнення нагноєння вважається 10^5 мікробних тіл на 1 г тканин, а при гіпоксії достатньо 100 мікробних тіл на 1 г тканин.

Патогенетично обґрунтованою причиною нагноєння операційної рани є її інфікування гнійним вмістом черевної порожнини. Тому, найефективнішим заходом профілактики нагноєння операційної рани є її захист від вмісту черевної порожнини у пацієнтів з перитонітом.

17 Biliaieva OO, Holub OA, Karol IV, Neshta VV, Kryzhevskiy YeIe, Brodska AP, vynakhidnyky. Kompleksnyi antimikrobnii sorbtsiinyi preparat ornidasyl dlia profilaktyky aerobnoi i anaerobnoi infektsii ta likuvannia hniinykh ran, trofichnykh vyrazok, opikiv. Patent Ukrainy na KM № 112523. 2016 Hrud.26. [In Ukrainian].

Методика захисту рани від інфікування у пацієнтів I (основної) групи була наступною: при виконанні хірургічного доступу до органів черевної порожнини (серединної лапаротомії) розсікали шкіру, підшкірно-жирову клітковину та апоневроз до парієтальної очеревини; на краї апоневрозу накладали затискачі і здійснювали тракцію вгору, після чого розсікали парієтальну очеревину; в черевну порожнину вводився відсмоктувач за допомогою якого евакуювали екссудат; далі в черевну порожнину заводили нижнє кільце поліуретанового ранопротектора і з апоневрозу знімали затискачі, надалі тракція вгору здійснювалася за верхнє кільце ранопротектора; між стінкою ранопротектора і операційною раню наносили тонким шаром апікаційний сорбент «Орнідасил», після чого накручували на верхнє кільце стінку ранопротектора, здійснюючи його остаточне встановлення та фіксацію в операційні рани; в кінці хірургічного втручання витягували ранопротектор, а залишки сорбенту на операційній рані змивали 0,9 % розчином NaCl. Накладали пошарово шви на рану.

У пацієнтів II (основної) групи при виконанні лапаротомії перед розсіченням парієтальної очеревини на рану наносили спрей з пробіотиками, на краї апоневрозу накладали затискачі і здійснювали тракцію вгору, після чого розсікали парієтальну очеревину; в черевну порожнину вводився відсмоктувач за допомогою якого евакуювали екссудат та встановлювали ранопротектор; в кінці хірургічного втручання витягували ранопротектор, а на краї рани повторно наносили спрей з пробіотиками. В післяопераційному періоді рану обробляли гелем з пробіотиками.

Результати дослідження пацієнтів наведемо в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика ранових гнійно-запальних ускладнень у пацієнтів дослідження

Ускладнення	I група (основна), n=23		II група (основна), n=15		III група (порівняння), n=27	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Нагноєння операційної рани	2	8,7	2	13,3	6	22,2
Серома	1	4,3	1	6,7	2	7,4
Гематома	0	0	0	0	1	3,7
Запальний інфільтрат	2	8,7	1	6,7	3	11,1
Всього	5	21,7	4	26,7	12	44,4

Як видно з таблиці, ранові гнійно-запальні ускладнення в групі порівняння зустрічалося в 2 рази частіше аніж в I основній групі, та в 1,7 разів частіше ніж в II основній групі.

Нижче наведемо характеристику препаратів, які використовували в основній групі для профілактики нагноєння операційних ран, з метою розуміння патогенезу дії цих речовин.

Поєднання різноманітних антимікробних речовин з неорганічними носіями, дозволяє створювати сучасні наногібридні матеріали комплексної дії, оскільки такий підхід поєднує лікувальну дію активного компонента з високою адсорбційною здатністю носія, наприклад кремнезему¹⁸.

Одним із напрямів вдосконалення зазначених комбінованих препаратів є створення нанокомпозитних систем, в яких кремнеземи за рахунок міжмолекулярних взаємодій з молекулою діючої речовини можуть впливати на динаміку її вивільнення. У цьому випадку ефективність застосування високодисперсного кремнезему в гібридних нанокомпозитних матеріалах визначається низкою таких важливих характеристик як: велика питома площа поверхні, сорбційна здатність, високий ступінь чистоти, стабільність тривалого зберігання, а також практично повна відсутність токсичності¹⁹.

Зважаючи на можливість змін певних фізико-хімічних властивостей активного компонента за умови його поєднання з матрицею-носієм, у дослідженні як активний компонент вивчали відомий лікарський засіб орнідазол (1-(2-гідрокси-3-хлоропропіл)-2-метил-5-нітроімідазол). Він є похідним 5-нітроімідазолу, має гетероциклічну структуру, складається з ядра на основі нітроімідазолу з 2-гідрокси-3-хлоропропілової групи в положенні 1 і метильної групи в положенні 2, розчинний у воді, ефірі, етанолі та хлороформі²⁰. Препарат легко проникає через гематоенцефалічний бар'єр²¹, чинить антимікробну дію, подібну до дії метронідазолу та інших 5-нітроімідазолів²². Вибір орнідазолу насамперед зумовлений

18 Feldman D. Polymer Nanocomposites in medicine. *Journal of Macromolecular Science, Part A*. 2016; 53(1):55-62. doi: 10.1080/10601325.2016.1110459.

19 Siddiqui B, Rehman A, Haq I et al. Exploiting recent trends for the synthesis and surface functionalization of mesoporous silica nanoparticles towards biomedical applications. *Int J Pharm X*. 2022 Apr 19;4:100116. doi: 10.1016/j.ijpx.2022.100116.

20 Becke AD. Density functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. *J. Chem. Phys.* 1993;98(7):5648. doi: 10.1063/1.464913.

21 Araghi S, Entezari M, Googheri M. Configurational study of amino-functionalized silica surfaces: A density functional theory modeling. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*. 2015;59:21-30. doi: 10.1016/j.jmkgm.2015.03.006.

22 Schmidt MW, Baldrige KK, Boatz JA et al. General atomic and molecular electronic structure system. *J. Comput. Chem.* 1993;14(11):1347-1363. doi: 10.1002/jcc.540141112.

тим, що він широко застосовується як складова багатьох лікарських засобів, виявляє незначний рівень токсичності та характеризується біодоступністю²³.

Перспективним на сьогодні є напрямок по створенню сучасних нанокompatитних препаратів для профілактики і лікування гнійних ран, шляхом іммобілізації лікарських речовин на матрицях природніх сорбентів які мають властивість бути носієм лікарських засобів. Іммобілізація лікарського засобу зменшує побічну дію препарату і сприяє пролонгації.

Метод іммобілізації орнідазолу на матрицю кремнезему, застосований у роботі, насамперед є простим. Ще одна із його особливостей полягає у слабкому закріпленні модифікатора на матриці, що призводить до поступового вивільнення активного компоненту з поверхні носія в оточуюче середовище. Обрану для іммобілізації концентрацію орнідазолу вважали оптимальною на підставі того, що вміст активного компонента, згідно з попередніми дослідженнями був достатнім для прояву його антимікробної дії, а на поверхні нанокремнезему залишалося ще достатньо вільних від адсорбованих молекул активних центрів, які за практичного застосування у клінічній практиці можуть бути задіяні для адсорбції токсичних речовин поліпептидної природи.

Комплексні дослідження з використанням квантово-хімічних розрахунків і методу ІЧ-спектроскопії показали, що взаємодія орнідазолу з гідроксильованим кремнеземом дещо відрізняється. Утворення комплексів активної речовини з гідроксильованою матрицями відбувається за рахунок водневих зв'язків між атомом Оксигену силанольної групи поверхні кремнезему і атомом Гідрогену спиртової групи молекули орнідазолу. Це сприяє поступовому вивільненню орнідазолу з поверхні такої матриці у рановий ексудат, що забезпечує захист операційної рани від мікроорганізмів та токсичних речовин навіть протягом тривалого хірургічного втручання.

Також ефективний вплив на загоєння операційних ран мають засоби з пробіотиками, діючою речовиною яких є *Bacillus subtilis* $> 5 \times 10^7$ КУО/мл та *Bacillus megatherium* $> 5 \times 10^7$ КУО/мл в 1 мл. Розчини призначені

23 Grimme S, Ehrlich S, Goerigk L. Effect of the damping function in dispersion corrected density functional theory. J. Comput Chem. 2011;32(7):1456-65. doi: 10.1002/jcc.21759.

для місцевого застосування і мають потужну протизапальну, протимікробну та репаративну дію. Володіють антимікробною активністю у відношенні до грамнегативних і грампозитивних бактерій (включаючи збудники госпітальних інфекцій, мікобактерій туберкульозу, кишкових інфекцій), вірусів (поліомієліт, ентеровіруси, грип, парагрип, пташиний грип, коронавіруси, SARS, “атипічна пневмонія” гепатити А, В, С і ВІЛ-інфекції), патогенних грибів роду Кандіда, Трихофітон. Дія засобів базується на антагоністичних властивостях пробіотичних бактерій *Bacillus spp.* по відношенню до вказаних мікроорганізмів. *Bacillus spp.* здатні утворювати пробіотичну біоплівку і попереджати утворення патогенних біоплівок. Завдяки цій властивості мають пролонговану дію не менше 24годин.

Отже, як видно з вище наведеного матеріалу, профілактика ранових гнійно-запальних ускладнень у хворих на перитоніт, особливо в токсичній і термінальній стадіях є важливим аспектом хірургічного втручання та післяопераційного періоду, що спонукає хірургів до пошуку нових та ефективних методів його забезпечення. Застосування аплікаційного сорбенту та пробіотиків відкриває нову сторінку у вирішенні цієї проблеми.

Застосування заходів профілактики ранових гнійно-запальних ускладнень у пацієнтів I основної групи дозволило зменшити кількість цих ускладнень в 2 рази, а в пацієнтів II основної групи – в 1,7 разів відносно групи порівняння.

Аплікаційні сорбенти та пробіотики є ефективними засобами в профілактиці та лікуванні ранових гнійно-запальних ускладнень у хворих на перитоніт, що є альтернативною ланкою в еру зростаючої антибіотикорезистентності мікроорганізмів.

Ganna VASYLYEVA,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Poltava State Medical University,
ORCID ID: 0000-0001-6732-1632
UKRAINE

COMPREHENSIVE PSYCHOTHERAPEUTIC SUPPORT TO PATIENTS AND THEIR CAREGIVERS IN PALLIATIVE CARE

Cancer is a leading cause of death worldwide, accounting for nearly 10 million deaths in 2020, or nearly one in six deaths¹, only in Ukraine as of 1 January 2020, 1,040,137 people were diagnosed cancer (388.2 cases per 100,000 people), mortality rate – 171.8 cases per 100 thousand people². If the incidence rate continues to grow, by 2030 the number of people who will be newly diagnosed with cancer will reach 27 million, and 17 million people will die of cancer, with 75 million people on the planet carrying the disease³.

Oncological diseases are unique in that they cause significant psychological problems for the patient and his family. For most patients and their family members, oncological diagnosis is a direct synonym of doom, a kind of death sentence, and severe suffering⁴.

The progression of malignant neoplasms means that more than half of patients with malignant neoplasms are doomed to die from the progression of the disease, and the natural course of the malignant process implies the inevitable transition to the terminal phase. In the case of inpatient oncological patients, the primary and perhaps only achievable goal of providing care for this difficult category of patients is to improve the quality of life through palliative care⁵

According to the WHO definition⁶, palliative care is a type of care that enhances the quality of life of patients and their families who are facing a fatal disease by preventing and alleviating suffering by identifying and assessing

1 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>

2 Cancer in Ukraine, 2020–2021. Morbidity, mortality, indicators of the oncology service activity. Bull Natl Cancer Register Ukr. Kyiv, 2021; 22: 136 p. (in Ukrainian)

3 <https://www.oncology.kiev.ua/article/10652/onkologiya-v-ukraini-stan-problemi-ta-shlyaxi-rozvitku>

4 Willig C, Wirth L. A meta-synthesis of studies of patients' experience of living with terminal cancer. Health Psychol. 2018 Mar;37(3):228–37

5 Rom-Arjona, B., Atanacio, E., Crisolago, D., & Narvaez, R. A. (2023). Impact of Environment and Milieu Therapy in Palliative Care. OMEGA - Journal of Death and Dying, 0(0). <https://doi.org/10.1177/00302228231180235>.

6 World Health Organization. (2019). Palliative care. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/palliative-care>

problems early, providing adequate curative interventions, and offering psychosocial and moral support.. Palliative care for patients with common malignant neoplasms is one of the important problems of the health system and has the following main directions - control of oncological symptoms; psychological, spiritual and emotional support of patients and their families during the illness⁷; support of families after the loss of a loved one⁸. One of the topical scientific and practical problems of palliative medicine is psychological and psychotherapeutic support of oncological patients^{9,10}.

Understanding the serious and specific problems that arise is crucial for effective care for oncological patients¹¹. Stress in late stage oncological patients is associated with various factors, such as rapid tumor progression, real or expected infirmity, patient personality traits (awareness of adverse prognosis, fear of pain, death), and poorly controlled pain syndrome, social factors (loss of employment, social status and family leadership by patients; real or perceived sense of isolation; financial difficulties associated with illness; concern for family members) treatment (repeated unsuccessful attempts of radical treatment and developed side effects), relationships with medical professionals of oncological institutions (lack of continuity at different stages of treatment)¹². Patients with malignant neoplasms have a difficult time handling psychological problems due to various factors, such as their age, the duration of the oncological disease, the severity of their symptoms, their religious beliefs, and support from relatives, etc.¹³. An incurable disease and an older person's death are perceived more calmly and seen as an inevitable part of the life cycle¹⁴. The younger the person, the more dramatic

- 7 Akechi T, Okuyama T, Onishi J, Morita T, Furukawa T. A. (2018). Psychotherapy for depression among incurable cancer patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11(11), CD005537. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005537>
- 8 Miller E. M., Porter J. E., Barbagallo M. S. (2022). The physical hospital environment and its effects on palliative patients and their families: A qualitative meta-synthesis. *HERD: Health Environments Research and Design Journal*, 15(1), 268–291. <https://doi.org/10.1177/19375867211032931>
- 9 Saracino R. M., Rosenfeld B., Breitbart W., Chochinov H. M. (2019). Psychotherapy at the end of life. *The American Journal of Bioethics: AJOB*, 19(12), 19–28. <https://doi.org/10.1080/15265161.2019.1674552>
- 10 Collette N., Güell E., Fariñas O., Pascual A. (2021). Art therapy in a palliative care unit: Symptom relief and perceived helpfulness in patients and their relatives. *Journal of Pain and Symptom Management*, 61(1), 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.07.027>
- 11 Miller K, Massie MJ. Depressive Disorders. In: Holland JC, Breitbart WS, Jacobsen PB, Loscalzo MJ, McCorkle R, Butow PN, editors. *Psycho-oncology*. 3rd ed. Oxford, New York: Oxford University Press; 2015. pp. 311–8.
- 12 Block S. D. (2006). Psychological issues in end-of-life care. *Journal of Palliative Medicine*, 9(3), 751–772. <https://doi.org/10.1089/jpm.2006.9.751>
- 13 Gramm J., Trachsel M., Berthold D. (2020). Psychotherapeutic work in palliative care. *Verhaltenstherapie*, 5(2020), 44–53. <https://doi.org/10.1159/000505120>
- 14 Saracino R. M., Rosenfeld B., Breitbart W., Chochinov H. M. (2019). Psychotherapy at the end of life. *The American Journal of Bioethics: AJOB*, 19(12), 19–28. <https://doi.org/10.1080/15265161.2019.1674552>

and unnatural it seems to both the patient and his loved ones a fatal disease. The longer and more painful a person is, the easier it is to perceive the news of impending death as a cure for unbearable suffering, both physical and emotional. The news of an incurable disease and imminent death always turns a sick person to a religion which, even non-believers, helps to overcome this ordeal with dignity.

Patients with palliative care are generally aware of their incurable cancer. E. Kubler-Ross¹⁵ highlights five main stages of the psychological processing of oncological patients information about their disease: denial or shock; anger; «trade»; depression and acceptance. The first stage is very typical - the patient does not believe that he has a potentially fatal disease and the denial acts as a psychological protective mechanism to protect the consciousness from unbearable thoughts and experiences. The second stage is characterized by a pronounced emotional reaction, turned to doctors, society, and relatives. The third stage is an attempt to «bargain» as many days of life as possible, an attempt to make a deal with fate. At stage four, the patient understands the gravity of his situation. As a rule, depression occurs: falls into despair and horror, he gives up his hands, stops fighting, loses interest in everyday problems, leaves his usual business, distances people, closes the house and mourns his fate. The fifth stage is the most rational psychological response: patients mobilize their efforts to, despite the disease, continue to live profitably for their loved ones. Few patients survive to the final stage of acceptance. It should be noted that the above stages do not always go according to the established procedure. The patient may stop at some stage or even return to the previous. However, knowledge of these stages is necessary for a correct understanding of what is being done in the soul of a person facing a deadly disease. «Acceptance» as the end of the psychological processing by the personality of the dying person of his diagnosis, and there is that spiritual basis which allows the patient to die in peace and dignity. This is why the «principle of open diagnosis» is one of the key in the concept of psychotherapeutic support in the structure of palliative care.

The role of the psychotherapist at the stage of palliative care is to provide psychological support and assistance to the patient and his environment to cope with this difficult situation. Upon learning about the diagnosis and

15 Kubler-Ross, E. (1969) On Death and Dying. Macmillan, New York.

prognosis, oncologists often experience fear - fear of possible pain that will start or intensify in the future; fear of painful physical and mental experiences at the moment of death; fear of loneliness at the moment of death alone; fear of the uncertainty associated with the moment of death - the unknown is always frightening and especially frightens the uncertainty of those states and experiences that will accompany the death itself; regret about the loss - patients do not want to leave and abandon those who they love and with whom they are bound by the strongest ties; anxiety about the duties and unfinished deeds left behind and anxiety about relationships with others around: time to forgive, reconcile, explain, etc. Dying patients need to feel safe, calm and confident that they will not suffer at the time of death, which provides palliative care¹⁶.

Psychotherapeutic support of patients with common forms of malignant neoplasms is aimed primarily at correcting their emotional state using both psychotherapeutic measures and psychopharmacotherapy; creation of positive mood in oncological patients to carry out palliative antitumor treatment; overcoming of patients with syndrome of absence of sense of life («existential vacuum»); reduction of intensity of pain syndrome¹⁷; creation of additional psychological resources and psychological adaptation of oncological patients and their close to changed living conditions; resolution of intra-family conflicts directly or indirectly related to the disease, i.e. to help a sick person find meaning in life, to share his loneliness and support, to satisfy spiritual and religious needs and, ultimately, to improve the quality of life of patients¹⁸.

It must also be remembered that caring for the dying and accompanying them through all the stages of dying is a difficult test for those involved. The care of relatives is an important part of the comprehensive psychotherapeutic support for the dying person. Assistance to relatives during the illness of their close ones consists in support and, if necessary, in the correction of emotional disorders arising during the care of patients.

16 Dying Patients' Need for Emotional Support and Personalized Care from Physicians <https://www.jpmsjournal.com/article/S0885-3924%2802%2900694-2/fulltext>

17 Jitender S, Mahajan R, Rathore V, Choudhary R. Quality of life of cancer patients. *J Exp Ther Oncol*. 2018 May;12(3):217-221. PMID: 29790313.

18 Murakawa Y, Ootsuka K, Kusaka J, Miura K. Correlation between overall survival and quality of life in colon cancer patients with chemotherapy. *BMC Cancer*. 2023 May 31;23(1):492. doi: 10.1186/s12885-023-10989-x. PMID: 37259045; PMCID: PMC10230773.

After the loss of a loved one, relatives need psychological support more than ever¹⁹. The experience of grief after loss becomes a natural part of their existence. The reaction of grief is one of the most powerful and painful experiences of any person²⁰. The normal reaction of grief consists of four stages: shock and protest - numbness, disbelief and acute dysphoria; absorption - acute longing, search and anger; disorganization - feelings of despair and acceptance of loss and resolution²¹.

The initial reaction of grief - shock, emotional numbness and disbelief - is replaced by irritation and longing for the deceased for several days, with irritation most pronounced within about two weeks, followed by frequent symptoms of depression, peaking four to six weeks after the death of a loved one. Painful manifestations of the reaction of grief can occur at any time, and they are provoked by people, settings or things that awaken memories of the dead person. Over time, the intensity of the experience of severe loss begins to diminish and the manifestations of depression diminish. In most people, the response to a grievous loss disappears within a year or two.

In addition to the normal reaction of grief, there is a pathological, which is divided into suppressed (inhibited), delayed (delayed in time) and chronic. Repressed grief reaction - no expected symptoms of grief at all stages, delayed (avoidance) of painful symptoms within two weeks of loss, and chronic - persistent symptoms of grief within six months of loss. Repressed and delayed reactions of grief can be characterized as “too weak” and chronic as “too strong”. A delayed reaction to grief is more likely to occur in people with avoidant attachment styles who consider the manifestation of feelings a sign of weakness or an excuse for ridicule. Chronic grief is more common in people who have expressed a relationship dependent on the deceased.

Support and mutual assistance groups, thematic meetings for relatives and family members of cancer patients have an effective psychotherapeutic effect²². Such meetings are devoted to the problem of suffering and allow for the manifestation of pent-up and sometimes unconscious feelings of bitterness

19 Fegg MJ, Brandstätter M, Kögler M, Hauke G, Rechenberg-Winter P, Fensterer V, et al. Existential behavioural therapy for informal caregivers of palliative patients: a randomised controlled trial. *Psychooncology*. 2013 Sep; 22(9):2079–86.

20 Kissane DW, McKenzie M, Bloch S, Moskowitz C, McKenzie DP, O'Neill I. Family focused grief therapy: a randomized, controlled trial in palliative care and bereavement. *Am J Psychiatry*. 2006 Jul;163(7):1208–18.

21 Grande G, Rowland C, van den Berg B, Hanratty B. Psychological morbidity and general health among family caregivers during end-of-life cancer care: A retrospective census survey. *Palliat Med*. 2018 Dec;32(10):1605–14

22 Jan Gramm, Manuel Trachsel, Daniel Berthold; Psychotherapeutic Work in Palliative Care. *Verhaltenstherapie* 28 December 2022; 32 (Suppl. 1): 44–53. <https://doi.org/10.1159/000505120>

and sorrow. Short-term psychodynamic psychotherapy and behavioral therapy techniques such as directed mourning are also effective. According to this method, the «unresolved» reaction of grief is equated with one of the variants of avoidable behavior, which is successfully corrected by the method of action of the avoided situation (exposure psychotherapy).

The problem of the provision of palliative care to patients with rhaplasized forms of malignant neoplasms imposes a huge psychological burden on the staff of medical institutions of oncological profile, who also require qualified psychological assistance and support. Professional activity of oncologists involves the action of multiple frustrating situations due to the specifics of the serviced population of patients with low-curiosity chronic diseases and provokes professional burnout²³ the prevalence of which among oncologists providing palliative care is up to 28% (1.6 times higher for women oncologists than for men)²⁴. One of the serious consequences of emotional burnout is the formation of neurotic disorders²⁵.

Currently, there is a significant increase in malignant neoplasms; however, despite the increased capacity of modern oncology for radical treatment, more than half of patients require palliative care with well-developed comprehensive psychotherapeutic support. Only such an approach will make it possible to build a palliative care program that is maximally oriented towards the patients and their families.

23 Vorona, Dariia & O., Kyrylova & I., Vostroknutov & E., Vostroknutova. (2022). Емоційне вигорання у лікарів онкологів (Emotional burnout in oncologists). 10.36074/liga-inter-18.11.2022.

24 Kohli D, Padmakumari P. Self-Care, Burnout, and Compassion Fatigue in Oncology Professionals. *Indian J Occup Environ Med.* 2020 Sep-Dec;24(3):168-171. doi: 10.4103/ijocem.IJOEM_201_19. Epub 2020 Dec 14. PMID: 33746430; PMCID: PMC7962510.

25 Rajai N, Ebadi A, Karimi L, Sajadi SA, Parandeh A. A systematic review of the measurement properties of self-care scales in nurses. *BMC Nurs.* 2023 Aug 28;22(1):288. doi: 10.1186/s12912-023-01450-2. PMID: 37635260; PMCID: PMC10463637.

ВОЙЦЕХОВСЬКИЙ Валерій Григорович,
доктор медичних наук, професор,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

АВДЄЄВА Лілія Василівна,
доктор медичних наук, професор,
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного

БАЛКО Олександр Богданович,
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного,

БАЛКО Олена Іванівна,
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
Україна

СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СПОРОУТВОРЮЮЧИХ БАКТЕРІЙ ВІД СПОРИ ДО ВЕГЕТАТИВНОЇ КЛІТИНИ

В теперішній час наука має у своєму розпорядженні велику кількість даних, що характеризують процеси розвитку мікроорганізмів на молекулярно-біологічному, субклітинному, клітинному та популяційному рівнях. Переважна більшість експериментальних даних одержана при вивченні аеробних спороутворюючих бактерій¹.

У короткому огляді неможливо уявити аналіз усіх питань проблеми розвитку спороутворюючих бактерій, у зв'язку з чим у наступних розділах викладатимуться відомості, які стосуються лише найбільш важливих та спірних процесів диференціювання спороутворюючих мікроорганізмів. Але спочатку про поняття «розвиток».

1 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; Gould G.W. Methods for studying bacterial spores / Methods in microbiology / Eds. J.R. Norris, D.W. Ribbons: Acad. Press. 1971. Vol. 6. P.327-381; Дуда В.И. Особенности цитологии спорообразующих бактерий. Успехи микробиологии. М.: Наука, 1982. Вып. 17. С. 87–117; Смирнов В.В., Осадчая А.И., Кудрявцев В.Д., Сафронова Л.А. Рост и спорообразование *Bacillus subtilis* в различных условиях аэрации. Микробиол. журн. 1993. Т. 55, N 3. С. 38–43; Galperin MY, Yutin N, Wolf YI, Vera Alvarez R, Koonin EV. Conservation and Evolution of the Sporulation Gene Set in Diverse Members of the Firmicutes. J. Bacteriol. 2022. Vol. 204, No. 6, 2440 :e0007922. doi: 10.1128/jb.00079-22; Setlow P. Spores of *Bacillus subtilis*: their resistance to and killing by radiation, heat and chemicals. J. Appl Microbiol. 2006. №101. P. 514–525; Khanna K, Lopez-Garrido J, Pogliano K. Shaping an endospore: architectural transformations during *Bacillus subtilis* sporulation. Annu Rev Microbiol. 2020. № 74. P. 361–386; Eichenberger P, Fujita M., Jensen S.T., Conlon E.M., Rudner D.Z., Wang S.T., Ferguson C., Haga K., Sato T., Liu J.S., Losick R. The program of gene transcription for a single differentiating cell type during sporulation in *Bacillus subtilis*. 2004. PLoS Biol. № 2. P. 328; Meeske AJ, Rodrigues CD, Brady J, Lim HC, Bernhardt TG, Rudner DZ. High-throughput genetic screens identify a large and diverse collection of new sporulation genes in *Bacillus subtilis*. PLoS Biol. 2016. 14:e1002341. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002341>; Zheng L., Abhyankar W., Ouwerling N., Dekker H.L., van Veen H., van der Wel N.N., Roseboom W., de Koning L.J., Brul S., de Koster C.G. *Bacillus subtilis* spore inner membrane proteome. J. Proteome Res. 2016. №15. P. 585–594.

1. Визначення понять «ріст», «диференціація», «розвиток».

Вданий час різні дослідники характеризують проблему розвитку різними, далеко неоднозначними термінами: «ріст», «диференціація», «онтогенез», «розвиток» та ін. Більше того, зазначені терміни широко використовуються представниками різних наук і спеціальностей, проте вкладені в них значення не завжди так тотожні і порівнянні навіть у випадках, коли аналізуються ідентичні системи дослідження. Все це серйозно ускладнює порозуміння та об'єктивну оцінку матеріалів.

Найбільш узагальненим, прийнятним і для мікробіології слід вважати філософське визначення поняття «розвиток» згідно якого будь-який розвиток, незалежно від його змісту, можна уявити як ряд різних щаблів розвитку, пов'язаних один з одним в такий спосіб, що один є запереченням іншого². У біології під розвитком мають на увазі процес формування організму або його частин та органів. Розрізняють індивідуальне розвиток, або онтогенез, та історичний розвиток, або філогенез. У ширшому сенсі розвиток, будучи, як правило, тісно пов'язаний зі зростанням і диференціацією, є процесом переходу від одного стану в інший, більш досконалий³.

Між явищами росту, розвитку та диференціації існують часто умовні межі: ріст, як скоординована реплікація всіх структур, органел і компонентів клітини, супроводжується диференціацією, тобто утворенням морфологічно та функціонально відмінних структур та форм, що загалом характеризується як процес розвитку⁴.

Поняття «ріст», «розвиток» та «диференціація» – це самостійні процеси, при яких легко виявляються чіткі морфологічні переходи з одного стану в інший, але неодмінно в більш досконалий стан.

Близькі до цього міркування, згідно яких онтогенез бактерій завершується утворенням різного роду покоячихся і репродуктивних форм, а до нормального онтогенезу слід відносити тільки перетворення, що відбуваються за природних умов середовища.

2 Джавец Э., Мельник Дж., Эльдерберг Э.А. Морфологические изменения в процессе роста бактерий: Руководство по медицинской микробиологии. М.: Медицина. 1982. Т.1. 363 с.; Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Философия : підручник, 3-те вид., переробл. Харків : Право, 2020. 432 с.

3 Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Философия : підручник, 3-те вид., переробл. Харків : Право, 2020. 432 с.; Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М.: Мир. 1968. 452 с.

4 Калакуцкий Л.В., Агре Н.С. Развитие актиномицетов. М.: Наука. 1977. 287с.

Термін «онтогенез», запропонований у минулому столітті Є. Геккелем та Ф.Мюллером при формулюванні біогенетичного закону, означає в сучасному розумінні комплекс послідовних морфологічних, фізіологічних та біохімічних перетворень в організмі з моменту його народження і до смерті. Нині дедалі більше затверджується правомірність застосування цього терміна до окремої мікробної клітини, проте для повного визнання необхідні нові факти і докази. Долю прокаріотів легше оцінювати в процесі індивідуального розвитку в тому випадку, якщо при цьому можна виявити елементи диференціювання. Значно менше з'ясовано, ймовірно, у зв'язку з відсутністю необхідних методичних прийомів, індивідуальна доля прокаріотів, що розмножуються поділом навпіл⁵.

Таким чином, перед експериментатором, який намагається проаналізувати процес розвитку певної клітини, завжди має стояти нелегке завдання з'ясування ступеня «досконалості» окремих стадій розвитку. Ця складність, як і деякі інші, визнається мікробіологічною літературою.

2. Процеси розвитку під час перетворення спори у вегетативну клітину

Перетворення бактеріальної спори на вегетативну клітину складний, багатоетапний процес, який нині інтенсивно досліджується багатьма лабораторіями світу⁶. Утворення метаболічно активної клітини починається з переривання стану спокою і складається з трьох послідовних стадій – активації, ініціації, виростання. Кожна з них характеризується певними морфологічними, фізіологічними та біохімічними проявами⁷.

5 Калакуцкий Л.В. Место заключения: что в будущем? / Онтогенез микроорганизмов: Сб. докл. Всесоюз. симп. М.: Наука, 1979. С. 295–305.

6 Secaira-Morocho H, Castillo JA, Driks A. Diversity and evolutionary dynamics of spore-coat proteins in spore-forming species of Bacillales. *Microb. Genom.* 2020. № 6:mgen000451. doi: 10.1099/mgen.0.000451; Galperin M.Y., Yutin N., Wolf Y.L., Vera Alvarez R., Koonin E.V. Conservation and Evolution of the Sporulation Gene Set in Diverse Members of the Firmicutes. *J. Bacteriol.* 2022. № 204(6):e0007922. doi: 10.1128/jb.00079-22; Takamatsu H., Watabe K. Assembly and genetics of spore protective structures. *Cell Mol Life Sci.* 2002. № 59(3). P. 434–44; Qin H., Driks A. Contrasting evolutionary patterns of spore coat proteins in two *Bacillus* species groups are linked to a difference in cellular structure. *BMC Evol. Biol.* 2013. № 13. P.261; Boone T.J., Mallozzi M., Nelson A., Thompson B., Khemmani M., Lehmann D., Dunkle A., Hoeprich P., Rasley A., Stewart G., Driks A. Coordinated Assembly of the *Bacillus anthracis* Coat and Exosporium during Bacterial Spore Outer Layer Formation. *mBio.* 2018. № 9(6). P.01166-18; Paredes-Sabja D., Setlow P., Sarker M.R. Germination of spores of Bacillales and Clostridiales species: mechanisms and proteins involved. *Trends Microbiol.* 2011. № 19(2). P. 85–94; Subirana J.A., Messeguer X. Tandem Repeats in *Bacillus*: Unique Features and Taxonomic Distribution. *Int J. Mol. Sci.* 2021. № 22(10). P. 5373; Maayer P.D., Aliyu H., Cowan D.A. Reorganising the order Bacillales through phylogenomics. *Syst. Appl. Microbiol.* 2019. № 42. P. 178–189.

7 Paul C., Filippidou S., Jamil I., Kooli W., House G.L. et al. Bacterial spores, from ecology to biotechnology. *Adv. Appl. Microbiol.* 2019. № 106. P. 79–111; Suitsu I., Jōgi E., Talpsep E., Naaber P., Lõivukene K. et al. Protective effect by *Bacillus smithii* TBMI2 spores of *Salmonella* serotype enteritidis in mice. *Benef Microbes.* 2010. № 1. P.37–42;

Виникнення чергової стадії залежить від перебігу попередньої, що відрізняється за своєю природою та механізмом розвитку⁸.

2.1. Спокій

Стан спокою властивий практично всім клітинам будь-якого мікроорганізму. Як правило – це тимчасова перерва у фенотиповому розвитку організму⁹. Для спороутворюючих мікроорганізмів такою перервою є спора. Оскільки спора може бути активованою або перебувати у стані ініціації, для характеристики спокою спороутворюючих виділяють стан так званого конституційного спокою спори, що визначає цитологічні, фізико-хімічні, функціональні та інші відмінності спори від вегетативної клітини¹⁰.

Ендоспори, що покояться, характеризуються високим показником світлозаломлення, слабкою проникністю для основних барвників і фіксаторів надзвичайною стійкістю до тепла, висушування, ультрафіолетового і радіоактивного випромінювання, ультразвукових хвиль, механічних руйнувань, різних хімічних агентів та інших зовнішніх впливів¹¹. В даний

Wells-Bennik M.H.J., Eijlander R.T., den Besten H.M.W., Berendsen E.M., Warda A.K., et al. Bacterial spores in food: survival, emergence, and outgrowth. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2016. № 7. P.457–482; Nicholson W.I., Munacata N., Horneck G. et al. Resistance of Bacillus endospores to extreme terrestrial environments. *Microbiol. And Mol. Biol. Rev.* 2000. Vol. 64. № 3. P.548-572; Kotiranta A, Lounatmaa K, Haapasalo M. Epidemiology and pathogenesis of Bacillus cereus infections. *Microbes Infect.* 2000. №2. P.189–198; Setlow P. Germination of spores of Bacillus species: what we know and do not know. *J. Bacteriol.* 2014. № 196(7). P.1297-305; Zebrowska J., Witkowska M., Struck A., Laszuk P.E., Raczuk E., Ponikowska M., Skowron P.M., Zylicz-Stachula A. Antimicrobial Potential of the Genera Geobacillus and Parageobacillus, as Well as Endolysins Biosynthesized by Their Bacteriophages. *Antibiotics (Basel).* 2022. № 11(2): P.242. doi: 10.3390/antibiotics11020242.

- 8 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; 31. Łubkowska B., Jeżewska-Frąckowiak J., Sobolewski I., Skowron P.M. Bacteriophages of Thermophilic 'Bacillus Group' Bacteria. *Microorganisms.* 2021. № 9(7). P.1522; Barlass P.J., Houston C.W., Clements M., Moir A. Germination of Bacillus cereus spores in response to L-alanine to inosine: The role of gerL and gerQ operons. *Microbiology.* 2002. Vol. 148, N 7. P.2089-2095; Gould G.W. Germination / The bacterial spore / Eds G.W.Gould, A.Hurst: Academic Press. 1969. P.39-72; Harry E.J. Coordinating DNA replication with cell division: Lessons from outgrowing spores. *Biochimie.* 2001. Vol. 83, N 1. P.75-81.
- 9 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123.
- 10 Дорошенко Е.В., Лайко Н.Г., Мулюкин А.Л. Биоразнообразие покоящихся форм микроорганизмов / Материалы школы-конф. «Горизонты физ.-хим. биологии». – Пушино. 2000. Т.1. С.195-196; Мулюкин А.Л., Дорошенко Е.В., Лайко Н.Г. и др. К вопросу о механизмах анабиоза микроорганизмов / Материалы shk.-конф. «Горизонты физико-химической биологии». Пушино. 2000. Т. 2. С.104-105; Paredes-Sabja D., Setlow B., Setlow P., Sarker M.R. Characterization of Clostridium perfringens spores that lack SpoVa proteins and dipicolinic acid. *J. Bacteriol.* 2008. № 190(13). P.4648-59; Setlow P.J. Spores of Bacillus subtilis: their resistance to and killing by radiation, heat and chemicals. *J.Appl. Microbiol.* 2006. № 101(3). P. 514-25. doi: 10.1111/j.1365-2672; Yu B., Kanaan J., Shames H., Wicander J., Aryal M., Li Y, Korza G., Brul S., Kramer G., Li Y.Q., Nichols F.C., Hao B., Setlow P. Identification and characterization of new proteins crucial for bacterial spore resistance and germination. *Front Microbiol.* 2023. № 14. P.1161-1164; Korza G., DePratti S., Fairchild D., Wicander J., Kanaan J., Shames H., Nichols F.C., Cowan A., Brul S., Setlow P. Expression of the 2Duf protein in wild-type Bacillus subtilis spores stabilizes inner membrane proteins and increases spore resistance to wet heat and hydrogen peroxide. *J. Appl. Microbiol.* 2023. № 134(3). :lxad040. doi: 10.1093/jambio/lxad040.
- 11 Krawczyk A.O., de Jong A., Omony J., Holsappel S., Wells-Bennik M.H.J., Kuipers O.P., Eijlander R.T. Spore Heat Activation Requirements and Germination Responses Correlate with Sequences of Germinant Receptors and with the Presence of a Specific spoVA2mob Operon in Foodborne Strains of Bacillus subtilis. *Appl Environ Microbiol.* 2017. № 83(7):e03122-16. doi: 10.1128/AEM.03122-16; Wang G., Yi X., Li Y.Q., Setlow P. Germination of individual

час немає єдиної думки про механізм формування та підтримки спокою бактеріальних спор, а існуючі пояснення хоч і ґрунтуються на наукових фактах, проте залишаються гіпотетичними¹².

Спокій спори частіше пов'язують з наявністю численних покрівів (особливо з такою спороспецифічною структурою, як кортекс), що забезпечують знижену виборчу проникність спори та зневоднення її серцевини¹³. Вважають, що кортекс у процесі спороутворення стискається, внаслідок чого відбувається дегідратація та ущільнення серцевини спори¹⁴.

Згідно з іншими спостереженнями, навпаки, кортекс розширюється, внаслідок чого вільні катіони видаляються з спори, що формується, а моновалентні, позитивно заряджені іони врівноважують на відстані негативно заряджені групи пептидоглікану, підтримуючи тим самим кортекс у розширеному та зневодненому стані. Високий осмотичний тиск, що утворився при цьому, надає стискаючу і дегідрувальну дію на протопласт спори.

Пізніші дослідження Gould G.W. вказують на кореляцію стійкості та спокою бактеріальних спор із вмістом у кортексі СООН-груп та діаміно-пімелінової кислоти¹⁵.

Не виключено, що у забезпеченні спокою в ендоспор має значення такий спороспецифічний продукт як дипіколінова кислота (ДПК)¹⁶. Хелатні

Bacillus subtilis spores with alterations in the GerD and SpoVA proteins, which are important in spore germination. *J. Bacteriol.* 2011. № 193(9). P.2301-2311; Berendsen E.M., Boekhorst J., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Bacterial spores – a mobile genetic element profoundly increases heat resistance. *ISMEJ.* 2016. № 10. P.2633-2642; Berendsen, E.M., Konings, R.A., Boekhorst J., de Jong A., Kuipers O.P., Bennik H.M.J. High-level heat resistance of spores of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus licheniformis* results from the presence of a spoVA operon in a Tn1546 transposon. *Front Microbiol.* 2016. № 7. P.1912; Berendsen E.M., Krawczyk A.O., Klaus V., de Jong A., Boekhorst J., Eijlander R.T., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Spores of *Bacillus thermoamylovorans* with very high heat resistance germinate poorly in rich media despite the presence of ger clusters, but efficiently upon non-nutrient Ca-DPA exposure. *Appl Environ Microbiol.* 2015. № 81. P.7791-7801; Berendsen E.M., Zwietering M.H., Kuipers O.P. and Wells-Bennik M.H.J. Two distinct groups within the *Bacillus subtilis* group display significantly different spore heat resistance properties. *Food Microbiol.* 2015. № 45. P.18-25; den Besten H.M.W., Wells-Bennik M.H.J., Zwietering M.H. Natural diversity in heat resistance of bacteria and bacterial spores: impact on food safety and quality. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2018. № 9. P. 383–410.

- 12 Paredes-Sabja D., Setlow B., Setlow P., Sarker M.R. Characterization of *Clostridium perfringens* spores that lack SpoVA proteins and dipicolinic acid. *J. Bacteriol.* 2008. № 190(13). P.4648-59; Nicholson W.I., Munacata N., Horneck G. et al. Resistance of *Bacillus* endospores to extreme terrestrial environments. *Microbiol. And Mol. Biol. Rev.* 2000. Vol. 64, N 3. – P.548-572; Melly E., Setlow P. Heat shock proteins do not influence wet heat resistance of *Bacillus subtilis* spores. *J.Bacteriol.* 2001. Vol. 183, N 2. P.779-784; Popham D.L., Gilmore M.E., Setlow P. Roles of low-molecular-weight penicillin-binding proteins in *Bacillus subtilis* spore peptidoglycan synthesis and spore properties. *J. Bacteriol.* 1999. Vol. 181, N 1. P. 126–132.
- 13 Melly E., Setlow P. Heat shock proteins do not influence wet heat resistance of *Bacillus subtilis* spores. *J.Bacteriol.* 2001. Vol. 183, N 2. P.779-784; Popham D.L., Gilmore M.E., Setlow P. Roles of low-molecular-weight penicillin-binding proteins in *Bacillus subtilis* spore peptidoglycan synthesis and spore properties. *J. Bacteriol.* 1999. Vol. 181, N 1. P. 126–132.
- 14 Popham D.L., Meador-Parton J., Costello C.E. et al. Spore peptidoglycan structure in a cwID dacB double mutant of *Bacillus subtilis*. *J.Bacteriol.* 1999. Vol. 181, N 19. P. 6205–6209.
- 15 Ibid.
- 16 Gould G.W., Ordal Z.J. Activation of spores *Bacillus cereus* by γ -radiation. *J. Gen.Microbiol.* 1968. Vol. 50, N 1. P. 77–84.

комплекси ДПК з іонами Ca²⁺, амінокислотами, зокрема, сірковмісними, та пептидами можливо виступають у ролі «аутоінгібіторів» ферментів метаболізму. Згідно з іншими даними, ферменти метаболізму, в умовах підвищеної концентрації солей, набувають термостабільності та особливої конфігурації молекул, а вихід з неактивного стану передбачає зміну існуючої конфігурації.

Мабуть, стан спокою забезпечується й іншими спороспецифічними компонентами та структурами (оболонковий протеїн, багатий на цистин та ін.), особливе співвідношення яких у ендоспор різних мікроорганізмів забезпечує їх індивідуальність¹⁷. Дуже невелика кількість особин спорової популяції може перебувати в надспокійному стані. Такі спори відрізняються від більшості інших рядом властивостей, у тому числі й особливою реакцією на впливи, що призводять до активації та ініціації спори.

2.2. Активація

Спори, що сформувалися, здатні знову перетворитися на вегетативні клітини. Однак вони проростають відносно повільно, навіть якщо їх помістити в оптимальні умови. Помітно швидше проростають лише старі спори зі зниженою життєздатністю¹⁸. Однак молоді спори, піддані певним фізичним або хімічним впливам, також набувають здатності проростати досить швидко і з більшою синхронністю. Такий вплив, що не викликає ініціацію спори, але дозволяє їй швидше і повноцінніше проростати, називають активацією¹⁹. На відміну від старіння, активація – процес зворотній. Активовану спору можна повернути у вихідний стан, у той час як при старінні колишній рівень спокою не відновлюється. У зв'язку з цим Кейнан А. та Evenchik Z. припустили, що при старінні порушуються механізми, відповідальні за зворотність активації²⁰. Ми вважаємо, що під час активації не включаються всі механізми проростання.

17 Keynan A., Evenchik Z. Activation / The bacterial spore: Eds G.W.Gould, A.Hurst: Academic Press, 1969. P. 359-396.

18 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P. 85-123.

19 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; Gould G.W. Methods for studying bacterial spores / Methods in microbiology / Eds. J.R. Norris, D.W. Ribbons: Acad. Press. 1971. Vol. 6. P.327-381; Gould G.W., Ordal Z.J. Activation of spores *Bacillus cereus* by γ -radiation. J. Gen.Microbiol. 1968. Vol. 50, N 1. P.77-84; Keynan A., Evenchik Z. Activation / The bacterial spore: Eds G.W.Gould, A.Hurst: Academic Press, 1969. P. 359-396; Keynan A., Evenchik Z., Halvorson H.O., Hastings J. Activation of bacterial endospores. J. Bacteriol. 1964. Vol. 88, N 2. P. 313-318.

20 Keynan A., Evenchik Z. Activation / The bacterial spore: Eds G.W.Gould, A.Hurst: Academic Press, 1969. P. 359-396.

Під час зберігання активованих спор відбувається відновлення (деактивація) їхніх колишніх властивостей. Цикл активація деактивація може повторюватися багаторазово. Встановлено, що для спор *B.cereus* швидкість деактивації корелює зі зниженням температури²¹, у той час, як у інших мікроорганізмів деактивацію взагалі не спостерігалася, що може бути зумовлено відмінностями в ступені активації.

Нині немає способів прямого вимірювання процесу активації (як і спокою), тому її ступінь оцінюють за швидкістю проростання суспензії спор за допомогою приладів, що реєструють зміну оптичної щільності культури. Застосовуються й інші методи: фазово-контрастна мікроскопія спор, що проростають після активації, посів на щільні поживні середовища з подальшим підрахунком кількості колоній.

Активацію спор, що спочивають, можна викликати різними агентами фізичної та хімічної природи: теплом²², механічною обробкою, γ -променями, водяною парою²³ та гідростатичним тиском²⁴, певним рН середовища²⁵, хімічними факторами: меркаптоетанолом, диметилсульфоксидом, розчинами Са-ДПК та іншими впливами²⁶. Найчастіше для цього застосовують прогрівання за сублетальної температури (60°,70°,90°C) градусів впродовж кількох хвилин. Оптимальний режим теплової активації строго

- 21 Yu B., Kanaan J., Shames H., Wicander J., Aryal M., Li Y., Korza G., Brul S., Kramer G., Li Y.Q., Nichols F.C., Hao B., Setlow P. Identification and characterization of new proteins crucial for bacterial spore resistance and germination. *Front Microbiol.* 2023. № 14. P.1161-1164; Krawczyk A.O., de Jong A., Omony J., Holsappel S., Wells-Bennik M.H.J., Kuipers O.P., Eijlander R.T. Spore Heat Activation Requirements and Germination Responses Correlate with Sequences of Germinant Receptors and with the Presence of a Specific spoVA2mob Operon in Foodborne Strains of *Bacillus subtilis*. *Appl Environ Microbiol.* 2017. № 83(7):e03122-16. doi: 10.1128/AEM.03122-16.
- 22 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; Мулюкин А.Л., Дорошенко Е.В., Лойко Н.Г. и др. К вопросу о механизмах анабиоза микроорганизмов / Материалы шк.-конф. "Горизонты физико-химической биологии". Пуцзино. 2000. Т. 2. С. 104–105.
- 23 Krawczyk A.O., de Jong A., Omony J., Holsappel S., Wells-Bennik M.H.J., Kuipers O.P., Eijlander R.T. Spore Heat Activation Requirements and Germination Responses Correlate with Sequences of Germinant Receptors and with the Presence of a Specific spoVA2mob Operon in Foodborne Strains of *Bacillus subtilis*. *Appl Environ Microbiol.* 2017. № 83(7):e03122-16. doi: 10.1128/AEM.03122-16; Keynan A., Evenchik Z., Halvorson H.O., Hastings J. Activation of bacterial endospores. *J. Bacteriol.* 1964. Vol. 88, N 2. P. 313–318.
- 24 Wang G., Yi X., Li Y.Q., Setlow P. Germination of individual *Bacillus subtilis* spores with alterations in the GerD and SpoVA proteins, which are important in spore germination. *J. Bacteriol.* 2011. № 193(9). P.2301-2311; Berendsen E.M., Boekhorst J., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Bacterial spores – a mobile genetic element profoundly increases heat resistance. *ISMEJ.* 2016. № 10. P.2633-2642; Berendsen, E.M., Konings, R.A., Boekhorst J., de Jong A., Kuipers O.P., Bennik H.M.J. High-level heat resistance of spores of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus licheniformis* results from the presence of a spoVA operon in a Tn1546 transposon. *Front Microbiol.* 2016. № 7. P. 1912.
- 25 Berendsen E.M., Krawczyk A.O., Klaus V., de Jong A., Boekhorst J., Eijlander R.T., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Spores of *Bacillus thermoamylovorans* with very high heat resistance germinate poorly in rich media despite the presence of ger clusters, but efficiently upon non-nutrient Ca-DPA exposure. *Appl Environ Microbiol.* 2015. № 81. P. 7791–7801.
- 26 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; Berendsen E.M., Zwietering M.H., Kuipers O.P. and Wells-Bennik M.H.J. Two distinct groups within the *Bacillus subtilis* group display significantly different spore heat resistance properties. *Food Microbiol.* 2015. № 45. P.18-25; Berendsen E.M., Krawczyk A.O., Klaus V., de Jong A., Boekhorst J., Eijlander R.T., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Spores of *Bacillus thermoamylovorans* with very high heat resistance germinate poorly in rich media despite the presence of ger clusters, but efficiently upon non-nutrient Ca-DPA exposure. *Appl Environ Microbiol.* 2015. № 81. P. 7791–7801.

індивідуальний не тільки у спор одного виду, но і у одного віку, а також одержаних в певному поживному середовищі. Реакція у відповідь на активацію може бути різна і у зв'язку з генетичними особливостями особин однієї і тієї ж популяції²⁷.

Встановлено, що за певних умов (присутність O_2 , іонів Mg^{2+} і Ca^{2+} , парів метанолу) активувати спору вдається і відносно низькими температурами ($20^\circ C$), які не є оптимальними для росту^{28,40,41}. Так теплова обробка ендоспор *Thermoactinomyces vulgaris* при $4^\circ C$ протягом 10 діб прискорювала проростання, тоді як прогрівання при 90° 15 хвилин проростання гальмувало.

Активовані спори набувають нових властивостей, зокрема згадуваної вище здатності до більш швидкого і більш синхронного проростання в колишніх або змінених умовах. З'являється здатність окислювати глюкозу, збільшується активність протеаз і деяких інших ферментів²⁹, підвищується проникність, починається виділення ДПК³⁰. Однак вони, як і раніше, залишаються стійкими до зовнішніх впливів, зберігають рефрактерність, погано забарвлюються основними барвниками. Електронно-мікроскопічні дослідження ультра-структури спор, активованих фізичними та хімічними агентами, дозволили виявити в їхніх покритвах виникнення шаруватості та ніздрюватості³¹.

Таким чином, активація розглядається в сучасній літературі як складний фізико-хімічний процес, природа якого не встановлена і потребує вивчення. Немає доказів того, що активація опосередкована метаболізмом, вона не інгібується метаболічними інгібіторами, але може бути інгібована катіонами³². Передбачається, що активуючі чинники, розриваючи

- 27 Nicholson W.L., Munacata N., Horneck G. et al. Resistance of Bacillus endospores to extreme terrestrial environments. *Microbiol. And Mol. Biol. Rev.* 2000. Vol. 64, N 3. – P.548-572; den Besten H.M.W., Wells-Bennik M.H.J., Zwietering M.H. Natural diversity in heat resistance of bacteria and bacterial spores: impact on food safety and quality. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2018. № 9. P.383-410; Olguín-Araneda V., Banawas S., Sarker M. R., Paredes-Sabja D. Recent advances in germination of Clostridium spores. *Res. Microbiol.* 2015. № 166. P.236–243; Xiao Y., Francke C., Abee T., Wells-Bennik M. H. J. Clostridial spore germination versus bacilli: Genome mining and current insights. *Food Microbiol.* 2011. № 28. P. 266–274.
- 28 Yu B., Kanaan J., Shames H., Wicander J., Aryal M., Li Y, Korza G., Brul S., Kramer G., Li Y.Q., Nichols F.C., Hao B., Setlow P. Identification and characterization of new proteins crucial for bacterial spore resistance and germination. *Front Microbiol.* 2023. № 14. P.1161-1164; Korza G., DePratti S., Fairchild D., Wicander J., Kanaan J., Shames H., Nichols F.C., Cowan A., Brul S., Setlow P. Expression of the 2Duf protein in wild-type *Bacillus subtilis* spores stabilizes inner membrane proteins and increases spore resistance to wet heat and hydrogen peroxide. *J. Appl. Microbiol.* 2023. № 134(3). :lxad040. doi: 10.1093/jambio/lxad040.
- 29 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.
- 30 Melly E., Setlow P. Heat shock proteins do not influence wet heat resistance of *Bacillus subtilis* spores. *J.Bacteriol.* 2001. Vol. 183, N 2. P. 779–784.
- 31 Popham D.L., Gilmore M.E., Setlow P. Roles of low-molecular-weight penicillin-binding proteins in *Bacillus subtilis* spore peptidoglycan synthesis and spore properties. *J. Bacteriol.* 1999. Vol. 181, N 1. P. 126–132.
- 32 Popham D.L., Meador-Parton J., Costello C.E. et al. Spore peptidoglycan structure in a cwID dacB double mutant of *Bacillus subtilis*. *J.Bacteriol.* 1999. Vol. 181, N 19. P. 6205–6209.

дисульфідні зв'язки білків спори (і насамперед, ймовірно, білків покривів), спричиняють конфігураційну перебудову в їхній третинній структурі. Очевидно, зміни в покривах спори, що забезпечують кращі умови для проникнення іонів і макромолекул, сприяють тим самим більш швидкій ініціації, що настає після активації.

2.3. Ініціація

Коли на активовані спори впливають певними речовинами, що індукують проростання, то протягом короткого часу настає ініціація спор. Ініціація – це перетворення спори, що спочиває, на метаболічно активну клітину, внаслідок чого відбуваються незворотні, пов'язані з гідролізом, зміни, що супроводжуються зменшенням стійкості спор до зовнішніх впливів, деполімеризацією та екскрецією низки речовин зі спори, здебільшого ДПК, кальцію, магнію і компонентів пептидоглікану, руйнуванням покривів та кортексу, втратою рефрактерності³³.

Численні чинники, що спричиняють ініціацію запропоновано розділяти на три групи³⁴. До першої групи віднесено так звані «фізіологічні ініціатори», які або є, або можуть бути нормальними метаболітами клітини (вуглеводи, амінокислоти, рибозиди, іони металів тощо). До другої групи об'єднано різні хімічні ініціатори (поверхнево-активні речовини, перекиси та ін.), роль яких у обмінних процесах незрозуміла, і, нарешті, третю групу становлять так звані фізичні ініціатори (механічний вплив та ін.).

Дослідженнями Hills V. було вперше показано, що спори *B.subtilis* можуть бути ініційовані водним розчином L-аланіну, а спори *B.anthraxis* – сумішшю аденозину, L-аланіну і D,L-тирозину. Ініціація спор при обробці аланіном, аденозином, глюкозою може наставати так само швидко, як і при поміщенні їх у повноцінне живильне середовище. Інгібуючу дію на L-аланінову ініціацію чинять такі амінокислоти, як D-аланін, гліцин, валін,

33 Калакуцкий Л.В., Агре Н.С. Развитие актиномицетов. М.: Наука. 1977. 287с.; Berendsen E.M., Krawczyk A.O., Klaus V., de Jong A., Boekhorst J., Eijlander R.T., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Spores of *Bacillus thermoamylovorans* with very high heat resistance germinate poorly in rich media despite the presence of ger clusters, but efficiently upon non-nutrient Ca-DPA exposure. *Appl Environ Microbiol.* 2015. № 81. P.7791-7801; Kotiranta A, Lounatmaa K, Haapasalo M. Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. *Microbes Infect.* 2000. №2. P.189–198; Setlow P. Germination of spores of *Bacillus* species: what we know and do not know. *J. Bacteriol.* 2014. № 196(7). P.1297-305; Zebrowska J., Witkowska M., Struck A., Laszuk P.E., Raczuk E., Ponikowska M., Skowron P.M., Zylicz-Stachula A. Antimicrobial Potential of the Genera *Geobacillus* and *Parageobacillus*, as Well as Endolysins Biosynthesized by Their Bacteriophages. *Antibiotics (Basel).* 2022. № 11(2): P.242. doi: 10.3390/antibiotics11020242; Nicholson W.I., Munacata N., Horneck G. et al. Resistance of *Bacillus* endospores to extreme terrestrial environments. *Microbiol. And Mol. Biol. Rev.* 2000. Vol. 64. № 3. P. 548–572.

34 Калакуцкий Л.В., Агре Н.С. Развитие актиномицетов. М.: Наука. 1977. 287с.

цистеїн, метіонін тощо, які, якщо їх використати окремо або в певних співвідношеннях, здатні індукувати ініціацію³⁵.

Колишні уявлення про те, що класична L-аланінова система є головним ініціатором спор, істотно змінилися. Умови, необхідні для проростання спор різних родів, видів і навіть штамів одного виду бактерій, можуть істотно відрізнятись. Так, для деяких штамів *B.megaterium* ініціувальними факторами виявилися глюкоза, іони металів, а для спор кластридій, найкращими ініціаторами D і L-лактат³⁶, різноманітні неорганічні та органічні солі³⁷ та ін. Спори *B.fastidiosus* проростали в присутності сечової кислоти, фосфатів, алантоїна і жоден з відомих стимуляторів проростання не був ефективним^{38,39}.

Вважають, що ініціувальна дія пов'язана з проникненням іонів різних металів у відповідні ділянки покривів спор, а роль складних органічних речовин зводиться до того, що вони сприяють такому проникненню³⁹. Однак ініціація спор може бути спричинена не тільки різними хімічними агентами, а й шляхом механічної обробки. Струшування спор із дрібним скляним намистом, розтирання або вплив гідростатичним тиском спричиняють, так зване, механічне проростання спор⁴⁰.

Процес ініціації залежить не тільки від якості або кількості відповідних гермінантів, а й від низки інших чинників, зокрема від режиму попередньої активації, температури, рН середовища, аерації⁴¹.

Внаслідок дії ініціюючих агентів у спорі, що проростає, послідовно виникав комплекс фізіологічних, хімічних та цитологічних перетворень

35 Keynan A., Evenchik Z., Halvorson H.O., Hastings J. Activation of bacterial endospores. *J. Bacteriol.* 1964. Vol. 88, N 2. P. 313–318.

36 Olguin-Araneda V., Banawas S., Sarker M. R., Paredes-Sabja D. Recent advances in germination of Clostridium spores. *Res. Microbiol.* 2015. № 166. P. 236–243.

37 Bhattacharjee D., McAllister K. N., Sorg, J. A. Germinants and their receptors in clostridia. *J. Bacteriol.* 2016. № 198. P.2767–2775; Xiao Y., Francke C., Abee T., Wells-Bennik M. H. J. Clostridial spore germination versus bacilli: Genome mining and current insights. *Food Microbiol.* 2011. № 28. P. 266–274.

38 Troiano A. J., Zhang J., Cowan A. E., Yu J., Setlow P. Analysis of the dynamics of a *Bacillus subtilis* spore germination protein complex during spore germination and outgrowth. *J. Bacteriol.* 2015. № 197. P. 252–261.

39 Bhattacharjee D., McAllister K. N., Sorg, J. A. Germinants and their receptors in clostridia. *J. Bacteriol.* 2016. № 198. P.2767–2775; Troiano A. J., Zhang J., Cowan A. E., Yu J., Setlow P. Analysis of the dynamics of a *Bacillus subtilis* spore germination protein complex during spore germination and outgrowth. *J. Bacteriol.* 2015. № 197. P. 252–261.

40 Wang G., Yi X., Li Y.Q., Setlow P. Germination of individual *Bacillus subtilis* spores with alterations in the GerD and SpoVA proteins, which are important in spore germination. *J. Bacteriol.* 2011. № 193(9). P.2301–2311; Warda A. K. et al. Analysis of germination capacity and inventarisation of germinant receptor (sub)clusters of genome sequenced *Bacillus cereus* environmental isolates and model strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 2017. № 83(4):e02490–16. doi: 10.1128/AEM.02490-16; Berendsen E.M., Boekhorst J., Kuipers O.P., Wells-Bennik M.H.J. Bacterial spores – a mobile genetic element profoundly increases heat resistance. *ISMEJ.* 2016. № 10. P. 2633–2642.

41 Qin H., Driks A. Contrasting evolutionary patterns of spore coat proteins in two *Bacillus* species groups are linked to a difference in cellular structure. *BMC Evol. Biol.* 2013. № 13. P. 261.

Найбільш ранньою, відомою на даний час ознакою проростання, є зниження температуростійкості⁴².

Слідом за цим спостерігалось підвищення чутливості до ультрафіолетових променів, проте у *ssp* та *tsp* мутантів *B.subtilis* така чутливість, навпаки, зменшувалась, особливо на початку проростання⁴³. Поступово зменшується резистентність до іонізуючої радіації, тиску, хімічних агентів та інших зовнішніх чинників.

Під час ініціації відбувалася досить інтенсивна екскреція іонів кальцію, магнію, калію та інших металів, дипіколінової кислоти, а також амінокислот, пептидів, які, ймовірно, виділялися в результаті деполімеризації муреїну кортекса літичними ферментами спори⁴⁴. Загалом спора, що проростала, втрачала до 30% сухої ваги.

Ініціація супроводжувалася низкою цитологічних змін, що виникали як в оболонках спори, так і в її серцевині. Зовнішній покрив міг відшаровуватися, кортекс набухати або ж ставати волокнистим, гранулярним, а надалі редукуватися. У фазово-контрастному мікроскопі в цей період можна побачити як периферичні шари спори швидко темніють, а серцевина залишається світлою. Надалі деградує внутрішній покрив, на якому з'являються розриви. Серцевина розбухає, у ній досить чітко виявляються рибосомальна та ядерна зони, зачаток клітинної стінки починає потовщуватися. У цей час у фазово-контрастному мікроскопі спора повністю темна⁴⁵. Друга фаза потемніння більш тривала. Найменше

42 Łubkowska B., Jeżewska-Fraćkowiak J., Sobolewski I., Skowron P.M. Bacteriophages of Thermophilic 'Bacillus Group' Bacteria. *Microorganisms*. 2021. № 9(7). P.1522; Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123; Gould G.W. Germination / The bacterial spore / Eds G.W.Gould, A.Hurst: Academic Press. 1969. P.39-72; Harry E.J. Coordinating DNA replication with cell division: Lessons from outgrowing spores. *Biochimie*. 2001. Vol. 83, N 1. P.75-81; Barlass P.J., Houston C.W., Clements M., Moir A. Germination of *Bacillus cereus* spores in response to L-alanine to inosine: The role of *gerL* and *gerQ* operons. *Microbiology*. 2002. Vol. 148, N 7. P. 2089–2095.

43 Barlass P. J., Houston C. W., Clements M. O., Moir, A. Germination of *Bacillus cereus* spores in response to L-alanine and to inosine: The roles of *gerL* and *gerQ* operons. *Microbiology*. 2002. № 148. P.2089–2095; Brunt J., van Vliet A. H. M., van den Bos F., Carter A. T., Peck M. W. Diversity of the germination apparatus in *Clostridium botulinum* groups I, II, III, and IV. *Front. Microbiol.* 2016. № 7. P. 1702.

44 Wang S., Shen A., Setlow P., Li Y. Q. Characterization of the dynamic germination of individual *Clostridium difficile* spores using Raman spectroscopy and differential interference contrast microscopy. *J. Bacteriol.* 2015. № 197. P.2361–2373; Plowman J., Peck M. W. Use a novel method to characterize the response of spores of non-proteolytic *Clostridium botulinum* types B E and F to a wide range of germinants and conditions. *J. Appl. Microbiol.* 2002. № 92. P.681–694; Brunt J. et al. Functional characterisation of germinant receptors in *Clostridium botulinum* and *Clostridium sporogenes* presents novel insights into spore germination systems. *PLoS Pathog.* 2014. № 10(9). e1004382; Alberto F., Broussolle V., Mason D. R., Carlin F., Peck M. W. Variability in spore germination response by strains of proteolytic *Clostridium botulinum* types A, B and F. *Lett. Appl. Microbiol.* 2003. № 36. P. 41–45.

45 Setlow P. When the sleepers wake: the germination of spores of *Bacillus* species. *J. Appl. Microbiol.* 2013. № 115. P.1251–1268; Banawas S. et al. The *Clostridium perfringens* germinant receptor protein GerKC is located in the spore inner membrane and is crucial for spore germination. *J.Bacteriol.* 2013. №195. P.5084–5091; Paredes-Sabja D., Torres J. A., Setlow P., Sarke, M. R. *Clostridium perfringens* spore germination: Characterization of germinants and their receptors. *J. Bacteriol.* 2008. № 190. P.1190–1201; Qin H., Driks A. Contrasting evolutionary patterns of spore coat proteins in two *Bacillus* species groups are linked to a difference in cellular structure. *BMC Evol. Biol.* 2013. № 13. P. 261.

схильний до змін екзоспориум. Природно, що після таких структурних перебудов збільшується проникність спори, вона легко забарвлюється простими методами забарвлення.

За допомогою нових методичних прийомів встановлено, що перша фаза проростання індивідуальної спори – «мікролаг» – триває від початку контакту із середовищем росту до появи перших ознак потемніння, друга фаза – «мікропроростання» – до повного потемніння спори. Різниця в часі настання і швидкості проходження обох фаз індивідуальними спорами дуже добре демонструє гетерогенність їхніх властивостей. Особини будь-якої популяції потребують для проростання різних концентрацій гермінантів (так зване фракційне проростання), а деякі з них (ті, які перебували у стані надмірного спокою) не проростають навіть за найоптимальніших для більшості умов⁴⁶.

Проростання ендоспор, як зазначалося вище, опосередковане метаболізмом, що є доказом повної втрати клітинами криптобіотичного стану. Метаболічні процеси, особливо на ранніх етапах ініціації, забезпечуються ферментами, що містяться у спор в стані спокою⁴⁷. Синтез РНК починається за кілька хвилин до синтезу білка і контролюється транскрипцією. Під час проростання спор *B. megaterium* існує дві стадії синтезу білка⁴⁸. На першій стадії (перші 75 хв.) унаслідок протеолізу спори, амінокислоти екскретувалися в навколишнє середовище, використовуючись для синтезу білка і частково піддаючись метаболічним перетворенням. Отже, синтез білка на ранніх стадіях цілком залежав від фонду передіснуючих амінокислот, який утворювався в результаті руйнування власного білкового матеріалу ферментами, що зберігалися в спочиваючій спорі⁴⁹. Під час другої стадії з'являлася здатність синтезувати всі амінокислоти і для синтезу білка використовувалися екзогенні джерела азоту.

46 Francis M. B., Allen C. A., Shrestha R., Sorg J. A. Bile acid recognition by the *Clostridium difficile* germinant receptor, CspC, is important for establishing infection. *PLoS Pathog.* 2013. № 9. e1003356; Yu B., Kanaan J., Shames H., Wicander J., Aryal M., Li Y., Korza G., Brul S., Kramer G., Li Y.Q., Nichols F.C., Hao B., Setlow P. Identification and characterization of new proteins crucial for bacterial spore resistance and germination. *Front Microbiol.* 2023. № 14. P.1161-1164; Paidhungat M., Ragkousi K., Setlow P. Genetic requirements for induction of germination of spores of *Bacillus subtilis* by Ca²⁺-dipicolinate. *J. Bacteriol.* 2001. № 183. P.4886-4893.

47 Paidhungat M., Ragkousi K., Setlow P. Genetic requirements for induction of germination of spores of *Bacillus subtilis* by Ca²⁺-dipicolinate. *J. Bacteriol.* 2001. № 183. P. 4886-4893.

48 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; Setlow B., Setlow P. Role of DNA repair in *Bacillus subtilis* spore resistance. *J. Bacteriol.* 1996. Vol. 178, N 12. P. 3486-3495

49 Setlow B., Cowan A. E., Setlow P. Germination of spores of *Bacillus subtilis* with dodecylamine. *J. Appl. Microbiol.* 2003. № 95. P.637-648; Keynan A. Cryptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // *Spore V: Am. Soc. Microbiol.* 1972. P. 355-362.

Що стосується синтезу ДНК, то коротко можна вказати на таке. Реплікація ДНК, а їх може бути в спорі кілька, починається значно пізніше (через годину або інший час, залежно від умов), тобто впорядкована транскрипція генів під час проростання не контролюється реплікацією ДНК. Причина затримки синтезу ДНК не встановлена й існує лише низка припущень, зокрема, відсутність у спорах, які спочивають, ДНК-реплікази або білка-ініціатора реплікації та поступовий синтез їх у процесі проростання, відсутність пулу дезоксирибонуклеотидів, особливий фізичний стан ДНК у спорах, які спочивають⁵⁰.

Механізм, відповідальний за проростання, ймовірно, унікальний. Він розрахований на припинення криптобіозу, утворення метаболічно активної форми і не є частиною метаболічного процесу вегетативної клітини⁵¹. На даний час немає однозначного тлумачення природи ініціації. Існує припущення, що одна спора може володіти безліччю механізмів, що індукують переривання спокою, що підтверджується різноманітністю гермінантів, ефективних для однієї і тієї самої спори, або для різних спор. Багато дослідників у цій галузі вважають, що проростання є багатоступеневою стадією розвитку, в основі якої лежить так звана стартерна (тригерна) реакція, опосередкована ферментами. Літичний фермент, що активується на цьому етапі, викликає руйнування значної частини кортекса. При цьому, останній виділяється в навколишнє середовище, звільняючи тим самим цитоплазму спори⁵².

На думку авторів ферментативна природа стартерної реакції проростання підтверджується тим, що проростання можна пригнічувати стереоспецифічними антагоністами індукторів проростання і деякими метаболічними отрутами⁵³. Крім того, показано, що індуктори руйнуються ферментами спор, що проростають, а в разі відсутності у спор відповідних

50 Setlow B., Cowan A. E., Setlow P. Germination of spores of *Bacillus subtilis* with dodecylamine. *J. Appl. Microbiol.* 2003. № 95. P.637–648; Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // *Spore V: Am. Soc. Microbiol.* 1972. P. 355–362.

51 Ibid.

52 Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // *Spore V: Am. Soc. Microbiol.* 1972. P.355-362; Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / *Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press.* 1973. P. 85–123.

53 Moriyama R., Fucuoka H., Miyata S. et al. Expression of a germination-specific amidase, SleB, of bacilli in the forespore compartment of sporulating cells and its localization on the exterior side of the cortex in dormant spores. *J. Bacteriol.* 1999. Vol. 181, N 8. P.2373-2378; Ванек З., Вінтер В. Процеси регуляції при поділі, споруляції та синтезу метаболітів у мікроорганізмів. *Мікробіол.журн.* 1977. Т. 39, N 1. С. 683-695; Verachedu V. R. & Setlow P. Role of SpoVA proteins in release of dipicolinic acid during germination of *Bacillus subtilis* spores triggered by dodecylamine or lysozyme. *J. Bacteriol.* 2007. № 189. P. 1565–1572.

ферментів (мутанти) проростання або не настає, або здійснюється частково⁵⁴. Багатоступінчастість проростання, включно з тригерною реакцією, підтверджується наступним прикладом: D-аланін пригнічує L-аланінову ініціацію у *B.cereus* тільки в тому разі, якщо його додавати до або разом з L-аланіном, але не впливає при внесенні в середовище після L-аланіну⁵⁵.

При цьому, останній виділяється в навколишнє середовище, звільняючи тим самим цитоплазму спори⁵⁶. В індукції проростання певна роль належить ДПК, оскільки спори з малим вмістом ДПК проростають значно гірше, а додавання ДПК відновлює здатність проростати⁵⁷. Припускається, що необхідний якийсь пороговий рівень ДПК для порушення дримаючого стану⁵⁸. Важливим є також факт, що ДПК вивільняє споролітичний фермент з уламків спори, до яких він прикріплений. Хелатні комплекси ДПК з катіонами, що беруть участь у забезпеченні спочиваючого стану, доволі інтенсивно екскретуються під час проростання⁵⁹.

Важлива роль іонів у реакції проростання, їхній вплив на стан спорової протоплазми підтверджується низкою експериментів. Невеликі зміни проникності спори можуть спричинити проникнення іонів та інших молекул, необхідних для активації деяких спорових ферментів, у тому числі літичних⁶⁰.

54 Ванек З., Вінтер В. Процеси регуляції при поділі, споруляції та синтезу метаболітів у мікроорганізмів. Мікробіол. журн. 1977. Т. 39, N 1. С. 683–695.

55 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123; Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // Spore V: Am. Soc.Microbiol. 1972. P.355-362; Setlow B., Cowan A. E., Setlow P. Germination of spores of *Bacillus subtilis* with dodecylamine. J. Appl. Microbiol. 2003. № 95. P. 637–648.

56 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P. 85–123.

57 Setlow B., Cowan A. E., Setlow P. Germination of spores of *Bacillus subtilis* with dodecylamine. J. Appl. Microbiol. 2003. № 95. P.637–648; Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // Spore V: Am. Soc.Microbiol. 1972. P.355-362; Paidhungat M., Ragkousi K., Setlow P. Genetic requirements for induction of germination of spores of *Bacillus subtilis* by Ca^{2+} -dipicolinate. J. Bacteriol. 2001. № 183. P. 4886–4893.

58 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123; Setlow B., Cowan A. E., Setlow P. Germination of spores of *Bacillus subtilis* with dodecylamine. J. Appl. Microbiol. 2003. № 95. P.637–648; Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // Spore V: Am. Soc. Microbiol. 1972. P. 355–362.

59 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123; Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // Spore V: Am. Soc.Microbiol. 1972. P.355-362; Paidhungat M., Ragkousi K., Setlow P. Genetic requirements for induction of germination of spores of *Bacillus subtilis* by Ca^{2+} -dipicolinate. J. Bacteriol. 2001. № 183. P.4886 –4893.

60 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123; Keynan A. Criptobiosis: a review of the mechanisms ametabolic state in bacterial spores // Spore V: Am. Soc.Microbiol. 1972. P.355-362; Paidhungat M., Ragkousi K., Setlow P. Genetic requirements for induction of germination of spores of *Bacillus subtilis* by Ca^{2+} -dipicolinate. J. Bacteriol. 2001. № 183. P. 4886–4893.

Підбиваючи підсумок аналізу зазначених факторів та гіпотез, можна констатувати наступне. Хімічний ініціатор дає старт ряду метаболічних реакцій, в результаті чого звільнюється дипіколоїнова кислота⁶¹. Отання хелює катіони, що забезпечують стан цитоплазми, що покоїться, а також може активувати споролітичні ферменти, що руйнують пептидоглікан кортексу. Хелати ДПК та продукти распаду пептидоглікану екскретуються, а проникність спори значно зростає. Проте, як і раніше, залишається загадковим пусковий механізм проростання, власне природа первинного поштовху.

2.4. Виростання спор

Активация та ініціация, описані вище, це процеси розкладання, відповідальні за припинення криптобіотичного стану спори⁶². В результаті проростання утворюється метаболізуюча клітина, яка хоч і зберігає деякі властивості спори, наприклад, має типову для спори форму оболонки, ферменти, але набуває ряд нових властивостей, зокрема, стає менш стійка до зовнішніх впливів, не рефрактильна, легко забарвлюється. Якщо така клітина перебуватиме в середовищі, що містить воду і необхідні їй поживні субстрати, вона інтенсивно поглинатиме їх і почнеться виростання. Виростання – це ростовий процес, протягом якого ініційована спора перетворюється на типову вегетативну клітину. Він характеризується активним синтезом нових макромолекул, особливо РНК і білка, формуванням клітинної стінки та інших нових структур⁶³.

Найбільш ранньою морфологічною ознакою, що розмежовує проростання та виростання, є набухання спори. Набухання може інгібуватися специфічними інгібіторами, що не впливають на проростання та наступні за набуханням етапи виростання⁶⁴. У результаті інтенсивної гідратації

61 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85–123.

62 Ibid.

63 Gould G.W., Hurst A. The bacterial spore. / London-New York: Acad. Press. 1969. 715 p.; Дорошенко Е.В., Лайко Н.Г., Мулюкин А.Л. Биоразнообразие покоящихся форм микроорганизмов / Материалы школы-конф. «Горизонты физ.-хим. биологии». – Пушино. 2000. Т.1. С.195-196; Yu B., Kanaan J., Shames H., Wicander J., Aryal M., Li Y, Korza G., Brul S., Kramer G., Li Y.Q., Nichols F.C., Hao B., Setlow P. Identification and characterization of new proteins crucial for bacterial spore resistance and germination. Front Microbiol. 2023. № 14. P.1161-1164; Paredes-Sabja D., Setlow B., Setlow P., Sarker M.R. Characterization of Clostridium perfringens spores that lack SpoVA proteins and dipicolinic acid. J. Bacteriol. 2008. № 190(13). P.4648-59; Setlow P.J. Spores of Bacillus subtilis: their resistance to and killing by radiation, heat and chemicals. J.Appl. Microbiol. 2006. № 101(3). P. 514-25. doi: 10.1111/j.1365-2672; Мулюкин А.Л., Дорошенко Е.В., Лойко Н.Г. и др. К вопросу о механизмах анабиоза микроорганизмов / Материалы shk.-конф. «Горизонты физико-химической биологии». Пушино. 2000. Т. 2. С. 104–105.

64 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P.85-123; Paredes-Sabja D., Setlow P. & Sarker M. R. Germination of

серцевини об'єм клітини збільшується у 2–3 рази порівняно з розмірами спори у стані спокою. Стадія набухання, наприклад, спор *B.subtilis* виникає через 30 хвилин⁶⁵. До цього часу в покритвах спор з'являються розриви, кортекс зменшується, а навколо серцевини починає потовщуватися клітинна стінка. Надалі, покритви деградують, а набрякла серцевина займає ділянку кортексу.

Під час проростання спори, як зазначалося вище, значна частина пептидоглікану кортексу руйнується й екскретується в навколишнє середовище, а залишки розташовуються між цитоплазмою та покритвами спори. Дослідження долі кортекса, міченого радіоактивним вуглецем, показало, що продукти розпаду муреїну можуть бути використані для синтезу нової клітинної стінки, формування якої починається на етапі набрякання. Утворення функціональної клітинної стінки, здатної стабілізувати спорову цитоплазму, відбувається протягом наступних, приблизно, 40 хвилин.

Серцевина, що набрякає, створює тиск на внутрішній і зовнішній покритви спори, що призводить до їхнього розриву і виходу вегетативної клітини. Екзоспориум при цьому не є суттєвою перешкодою. При дослідженні виростання *B.acidocaldarius* було описано таку послідовність подій, що відбувалися при цьому. У внутрішній оболонці спори з'являвся обмежений вузький розрив. Цитоплазма впритул прилягала до області цього розриву, що призводило до розчинення спочатку внутрішньої, а потім зовнішньої оболонки і виходу клітини⁶⁶. Таким чином, автори вважають, що в цього мікроорганізму вихід клітини відбувається не шляхом розриву оболонки спори, а шляхом обмеженого ферментного розчинення.

Якщо умови для росту оптимальні, то вихід клітини відбувається через 50–60 хвилин, а потім настає наступний етап зовнішнього росту – подовження. Залежно від виду мікроорганізмів оболонка спори під час

spores of Bacillales and Clostridiales species: Mechanisms and proteins involved. Trends Microbiol. 2011. № 19. P.85–94; Paredes-Sabja D., Bond C., Carman R. J., Setlow P., Sarker M. R. Germination of spores of *Clostridium difficile* strains, including isolates from a hospital outbreak of *Clostridium difficile*-associated disease (CDAD). Microbiology. 2008. №154. P.2241–2250; Santo L.Y., Doi R.H. Ultrastructural analysis during germination and outgrowth of *Bacillus subtilis* spores. J. Bacteriol. 1974. Vol.120, №1. P.475–481; Strange R.E., Hunter J.R. Outgrowth and the synthesis of macromolecules. /In: The bacterial spore / Eds. G.W.Gould, A.Hurst / London-New York: Acad. Press. 1969. P. 445–483.

65 Santo L.Y., Doi R.H. Ultrastructural analysis during germination and outgrowth of *Bacillus subtilis* spores. J. Bacteriol. 1974. Vol.120, №1. P. 475–481.

66 Handley P.S., Knight D.G. Ultrastructural changes occurring during germination and outgrowth of spores of the thermophil *Bacillus acidocaldarius*. Arch. Microbiol. 1975. Vol. 102, N 2. P. 155–161; Clauwers C., Vanoirbeek K., Delbrassinne L., Michiels C. W. Construction of nontoxicogenic mutants of nonproteolytic *Clostridium botulinum* NCTC 11219 by insertional mutagenesis and gene replacement. Appl. Environ. Microbiol. 2016. № 82. P. 3100–3108.

виростання може або залишатися, або поглинатися клітиною⁶⁷. Залишки оболонки спори довгий час можуть бути прикріпленими до подовженої клітини, а на ранніх етапах зовнішнього росту вони здатні виконувати захисну функцію, наприклад, запобігати антибіотиковій блокаді синтезу клітинної стінки. Приблизно через одну годину у рухливих форм можна спостерігати утворення джгутиків. Під час виходу клітини та подовження спостерігався поділ хроматинових тіл, і якщо умови зовнішнього росту залишалися сприятливими, то через 1,5–2,5 години відбувався поділ клітини, а потім і подальше розмноження.

Динаміку виростання, подальшого росту і розмноження суспензії мікроорганізмів можна вивчати методом вимірювання оптичної щільності, яка поступово збільшується. У зв'язку з цим виникає необхідність синхронізувати розвиток культури, але навіть в ідеальному варіанті синхронізація вдається тільки протягом кількох поколінь. Тому для вивчення процесів виростання та розмноження вельми доцільно розробити такі методи мікрокультивування із застосуванням фазово-контрастної та інтерференційної мікроскопії, які дозволяли б простежити долю окремих особин популяції.

Вимоги до умов культивування на стадії виростання здебільшого такі самі, як і за вегетативного росту, але іноді вони можуть бути специфічними. Слідом за набуханням, виходом клітини та подовженням збільшувалася інтенсивність дихання і, на відміну від стадії ініціації, клітина ставала чутливішою до відсутності кисню. У ході виростання відбувалося послідовне збільшення кількості ферментів, а також поява нових, характерних для вегетативної клітини⁶⁸.

Синтез РНК і білка, як і раніше, випереджав синтез ДНК, який можна було зареєструвати приблизно тільки через годину після початку проростання⁶⁹. Послідовний і впорядкований синтез білка контролювався транскрипцією, що призводило до своєчасної появи різних видів іРНК. Припускається, що

67 Strange R.E., Hunter J.R. Outgrowth and the synthesis of macromolecules. /In: The bacterial spore / Eds. G.W.Gould, A.Hurst / London-New York: Acad. Press. 1969. P. 445–483.

68 Weedmark K. A. et al. Clostridium botulinum group II isolate phylogenomic profiling using whole-genome sequence data. Appl. Environ. Microbiol. 2015. № 81. P.5938–5948; Weedmark K. A. et al. Clostridium botulinum group II isolate phylogenomic profiling using whole-genome sequence data. Appl. Environ. Microbiol. 2015. № 81. P.5938–5948; Thaskray P.D., Behravan J., Southworth T.W., A.Moir GerN an antiporter homologue important in germination of Bacillus cereus endospores. J. Bacteriol. 2001. Vol. 183, N 2. P. 476–482.

69 Strange R.E., Hunter J.R. Outgrowth and the synthesis of macromolecules. /In: The bacterial spore / Eds. G.W.Gould, A.Hurst / London-New York: Acad. Press. 1969. P. 445–483.

транскрипція контролювалася змінами в РНК-полімеразі, яка перебувала в спочиваючій спорі і функціонувала в процесі її проростання⁷⁰.

Таким чином, перетворення спочиваючої спори на первинну вегетативну клітину складалося з трьох послідовних і впорядкованих у часі стадій: активації, ініціації та виростання. Остання стадія складається з етапів набрякання, виходу клітини, подовження до розмірів типової вегетативної клітини і закінчується в момент її поділу. Перші дві стадії, на думку Кейнан А. відповідальні за закінчення криптобіотичного стану, за активацію реакцій, що дають початок процесам розвитку та диференціації, а виростання є власне процесом диференціації⁷¹.

Проросла спора володіє широким діапазоном можливостей до диференціації і за відповідних умов може давати потомство вегетативних клітин, здатних перетворитися на нові спори або утворити цистоподібні клітини.

Анітрохи не применшуючи значення поділу, якому присвячено багато спеціальних оглядів⁷², як однієї з найскладніших функцій клітини, нам видається доцільним проаналізувати тут процес спороутворення, яким завершується життєвий цикл розвитку, а продукт якого (спора) слугує початком нового циклу розвитку. Зробити це необхідно тому, що, як і раніше, залишається незрозумілим місце і значення спори і спороутворення в долі мікроорганізму, з одного боку, а з іншого – найбільш дискусійним є питання про можливість перетворення на спору первинної вегетативної клітини. Вони будуть розглянуті нами в наступній роботі.

70 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P. 85–123.

71 Keynan A. The transformation of bacterial endospores into vegetative cells / Microbial. differentiation: 23 symposium soc. gen. microbiol. Cambridge univ. press. 1973. P. 85–123.

72 Евгеньева Т.П. Межклеточные взаимодействия и их роль в эволюции. М.: Наука, 1976. 224 с.; Завильгельский Г.Б., Манухов И.В. “Quorum sensing”, или как бактерии “разговаривают” друг с другом. Молекул. биол. 2001. Т. 35, № 2. С. 268-277; Sidashenko O. I., Voronkova O. S., Sirokvasha E. A., Vinnikov A. I. Biofilm as a Special Form of Bacteria and its Role in Infectious Processes. Herald of problems of biology and medicine. 2013. Volume 2 (103). P.36-41; Олексин А.В., Ботвиненко И.В., Цавкелова Е.А. Колониальная организация и межклеточная коммуникация у микроорганизмов. Микробиология. 2000. Т. 69, № 3. С.309-327; Мулюкин А.Л., Дорошенко Е.В., Лойко Н.Г. и др. К вопросу о механизмах анабиоза микроорганизмов. Материалы шк.-конф. “Горизонты физико-химической биологии”. Пушино. 2000. Т. 2. С. 104-105.

ДУБ Наталія Євстахіївна,

кандидат наук з державного управління,
ORCID ID: 0000-0001-6193-9407

ПАЄНОК Олександр Станіславович,

доктор медичних наук, професор,
ORCID ID: 0000-0002-8517-7424

КРИВКО Юрій Ярославович,

доктор медичних наук, професор
ORCID ID: 0000-0002-2740-7703

Комунальний заклад вищої освіти
Львівської обласної ради

«Львівська медична академія

імені Андрея Крупинського»

м. Львів, Україна

СУЧАСНА МЕДСЕСТРИНСЬКА ОСВІТА В УКРАЇНІ

За останні 20 років в медсестринській освіті відбувається справжній поступ та розвиток. Ступенева медсестринська освіта врешті здобула своє реальне становлення.

Наказом Міністерства освіти і науки України від 06.11.2015 року №1151 затверджено Перелік галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, в якому вперше виділено спеціальність 223 Медсестринство¹ В межах цієї спеціальності може здійснюватися підготовка сестер/братів медичних, акушерок/акушерів, фельдшерів, помічників санітарного лікаря та лікаря-епідеміолога.

На сучасному етапі вже нікого не здивуєш бакалавром медсестринства. Достатньо звичним є і підготовка магістрів медсестринства. В Україні навіть є два освітніх заклади: Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського та Буковинський національний медичний університет, які здійснюють підготовку докторів з філософії з медсестринства, і вже навіть є захищені доктори філософії з медсестринства. Це доводить, що медсестринська спеціальність може бути і є самостійною, важливою, окремою від лікарської спеціальності. Медична сестра, чи брат, які поєднали своє життя з медсестринською спеціальністю, мають можливість освітнього і кар'єрного руху вперед.

¹ Перелік галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти: наказ Міністерства освіти і науки України від 06.11.2015 р. №1151. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1460-15#Text>.

В Україні ступенева медсестринська освіта реалізується на таких освітніх рівнях: фаховий молодший бакалавр, бакалавр, магістр, доктор філософії з медсестринства.

Молодший спеціаліст, знайомий пересічним громадянам, відповідно до Закону України про фахову передвищу освіту², трансформувався у фахового молодшого бакалавра і перейшов із системи вищої освіти у фахову передвищу освіту. Підготовку фахових молодших бакалаврів за спеціальністю 223 Медсестринство регламентує стандарт фахової передвищої освіти, затверджений у 2021 році. Закон та освітній стандарт регламентують термін підготовки для фахового молодшого бакалавра – 3 роки (180 кредитів ЄКТС). У 2023 році набір фахових молодших бакалаврів з медсестринства здійснювали 66 освітніх закладів України. До початку повномасштабного вторгнення фахових молодших бакалаврів/молодших спеціалістів готували в кожній області. Зараз ситуація змінилася на гірше.

Фахові молодші бакалаври для отримання вищої освіти та можливості претендувати на керівні медсестринські посади (старша медична сестра), можуть продовжити навчання на бакалавраті з медсестринства. До речі, в усьому світі саме бакалаври медсестринства мають визнання та гарне працевлаштування. Бакалаври медсестринства входять в систему вищої освіти. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 223 Медсестринство для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти був затверджений ще в 2018 році. Відповідно до Закону України про вищу освіту³, термін підготовки бакалаврів медсестринства становить 4 роки (240 кредитів ЄКТС). Можливий скорочений термін підготовки бакалаврів медсестринства на базі фахового молодшого бакалавра (молодшого спеціаліста). Тоді здобуття бакалаврського ступеня займає лише 10 місяців (на денній формі) та 1 рік 3 місяці (на вечірній формі). У 2023 році набір бакалаврів медсестринства здійснювали 48 освітніх закладів України. Географія відповідних закладів є дещо вужчою. В східних та південних областях України відзначається кадровий дефіцит бакалаврів медсестринства, що пов'язано з відсутністю в освітніх закладах ліцензій на підготовку таких фахівців.

Особи, які бачать своє майбутнє в медсестринстві та відчувають свій потенціал до менеджменту, викладання, дослідницької роботи у медсестрин-

2 Про фахову передвищу освіту: Закон України від 06.06.2019 р. № 2745-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text>.

3 Про вищу освіту: Закон України від 28.12.2014 р. № 76-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

стві можуть продовжити навчання на магістратурі. Підготовку магістрів за спеціальністю 223 Медсестринство регламентує стандарт вищої освіти за спеціальністю 223 Медсестринство для другого (магістерського) рівня вищої освіти, затверджений у 2021 році. Термін підготовки магістрів медсестринства становить 2 роки (120 кредитів ЄКТС). Магістри медсестринства можуть знайти себе у викладанні у медсестринських освітніх закладах, на медсестринських керівних посадах в закладах охорони здоров'я (заступник медичного директора з медсестринства, головна медична сестра), на керівних посадах в департаментах охорони здоров'я, тощо. У 2023 році набір магістрів медсестринства здійснювали 12 освітніх закладів України.

Значним досягненням для розвитку ступеневої медсестринської освіти стало ліцензування в двох освітніх закладах України освітньо-наукових програм з підготовки докторів філософії за спеціальністю 223 Медсестринство. Цей крок дозволить сформувати медичних сестер – лідерів у науці, освіті та практичній діяльності, виховати медичних сестер та братів нового покоління, удосконалити підготовку ліцензованих медичних сестер і підвищити якість надання медсестринських послуг. Також запровадження наукового ступеня доктора філософії з медсестринства є важливим фактором у особистісному та професійному зростанні медичних сестер та братів. У Тернопільському національному медичному університеті імені І.Я. Горбачевського та Буковинському національному медичному університеті у 2018 році був здійснений перший в Україні набір здобувачів освіти на освітньо-наукову програму третього рівня вищої освіти (кваліфікація доктор філософії) за спеціальністю 223 Медсестринство. Дана освітньо-наукова програма (ОНП) була розроблена на основі синтезу кращих практик шкіл медсестринства України та закордонних країн. Поряд із запровадженням ОНП почалася розробка стандарту вищої освіти за спеціальністю 223 Медсестринство для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти. Проект стандарту знаходиться на затвердженні у відповідній комісії Міністерства освіти і науки України.

ОНП підготовки докторів філософії за спеціальністю 223 Медсестринство передбачає надання освітніх послуг медсестрам/медбратам, які можуть проводити важливі наукові дослідження, що сприятимуть розвитку медсестринства та покращенню якості медсестринської освіти. Особливістю ОНП є: можливість вибору дисциплін, що дозволяє розширити освітні можливості здобувачів освіти; включення не лише фахових, але й

біомедичних та психосоціальних дисциплін, що може формувати світогляд та світоприйнятні цінності у майбутніх науковців. Акцент у тематиці медсестринських наукових робіт ставиться на дослідженнях, зосереджених на: забезпеченні якості медсестринської практики, освіти та адміністрування; розробці та тестуванні теорій/моделей медсестри; розробці інструментів для вимірювання феномену медсестринського догляду; дослідженнях, які можуть вплинути на політику державного управління реформуванням медсестринства⁴.

Звичайно в медсестринстві в Україні сьогодні є багато викликів. Серед них: стереотипи щодо місця сестри/брата медичного в системі медичної освіти України, позиціонування медсестринського персоналу помічниками лікарів, низька заробітна плата, відсутність професійних стандартів за спеціальністю 223 Медсестринство, нечітка диференціація функціональних обов'язків сестер/братів медичних різних освітніх ступенів. В часі війни в Україні медсестринська освіта також стикається з рядом проблем: відтік кваліфікованих викладацьких кадрів та зменшення контингенту студентів через еміграцію за межі країни; потреба працювати в умовах загрози повітряної атаки, тривоги, відключення світла та інтернету; складний психологічний стан учасників освітнього процесу, тощо.

Висновки. Медсестринська освіта в Україні розвивається, відповідно до вимог сьогодення та світових стандартів. Ступенева медсестринська освіта врешті здобула своє реальне становлення та реалізується на таких освітніх рівнях: фаховий молодший бакалавр, бакалавр, магістр, доктор філософії з медсестринства. Значним досягненням для розвитку ступеневої медсестринської освіти стало ліцензування в двох освітніх закладах України освітньо-наукових програм з підготовки докторів філософії за спеціальністю 223 Медсестринство. Проте, освітянська медсестринська спільнота стикається з рядом проблем та викликів. Для подальшого вдосконалення підготовки медсестринських кадрів в Україні доцільно на законодавчому рівні диференціювати функціональні обов'язки сестер/братів медичних різних освітніх ступенів, розпочати роботу над розробкою професійних стандартів за спеціальністю 223 Медсестринство, постійно проводити моніторинг та підвищувати якість освітнього процесу.

4 Марущак М.І., Кліщ І.М. Питання підготовки докторів філософії за спеціальністю 223 «Медсестринство». Вісник медичних і біологічних досліджень. 2021. № 4(10). С.186-189. URL: file:///E:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/kovbasyuk_i,+186-189.pdf

ДРЕВІЦЬКА Оксана,

доктор медичних наук, доцент,
професор кафедри внутрішньої медицини
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

ПСИХОЛОГІЯ ТА ПСИХІАТРІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОСТІ З ПОЗИЦІЙ КЛАСИЧНОЇ ГЕНЕТИКИ І ПСИХОГЕНЕТИКИ

Сьогодення характеризується великим інтересом дослідників до питань індивідуальності. Однак поки що недостатньо робіт, присвячених питанням диференційованого підходу до діагностики, лікування та психологічної корекції пацієнтів з позицій генетичної унікальності.

Слід зазначити відсутність єдиного методологічного підходу, який би давав можливість психологам, психіатрам та психотерапевтам включати в процеси досліджень, лікування та профілактики біологічні індивідуальні характеристики. Святкування 200-ліття з дня народження засновника генетики – Г. Менделя¹ спонукає оцінити його внесок щодо цих питань і по-новому інтерпретувати його закони.

На сьогодні загальновідомо, що запліднена яйцеклітина (зигота) людини містить всю генетичну інформацію, яка необхідна для формування соматичних, фізіологічних та, в певній мірі, психологічних особливостей людини. Численні дослідження з психогенетики, проведені в Європі та Північній Америці, свідчать про спадкову зумовленість цілого ряду характеристик людини, зокрема: показників інтелекту, когнітивних здібностей, особистісних рис і темпераменту (кореляція складає від 0,4 до 0,7)².

1 Berger F. Which field of research would Gregor Mendel choose in the 21st century? *Plant Cell*. 2022 Jul 4;34(7):2462-2465; Reid JB, Ross JJ. Mendel's genes: toward a full molecular characterization. *Genetics*. 2011 Sep;189(1):3-10; Smykal, P., K Varshney, R., K Singh, V., Coyne, C. J., Domoney, C., Ke-jnovský, E., & Warkentin, T. (2016). From Mendel's discovery on pea to today's, plant genetics and breeding: Commemorating the 150th anniversary of the reading of Mendel's discovery. *TAG. Theoretical and applied genetics*. *Theoretische und angewandte Genetik*, 129 (12), 2267–2280; Stark AE. Stable populations and Hardy-Weinberg equilibrium. *Hereditas*. 2023 May 5;160(1):19. doi: 10.1186/s41065-023-00284-x; Sussmilch, F. C., Ross, J. J., & Reid, J. B. (2022). Mendel: From genes to genome. *Plant physiology*, 190(4), 2103–2114. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiac424>

2 Meerman, J. J., Ter Hark, S. E., Janzing, J. G. E., & Coenen, M. J. H. (2022). The Potential of Polygenic Risk Scores to Predict Antidepressant Treatment Response in Major Depression: A Systematic Review. *Journal of affective disorders*, 304, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.02.015>; Fanelli, G., Benedetti, F., Kasper, S., Zohar, J., Souery, D., Montgomery, S., Albani, D., Forloni, G., Ferentinos, P., Rujescu, D., Mendlewicz, J., Serretti, A., & Fabbri, C. (2021). Higher polygenic risk scores for schizophrenia may be suggestive of treatment non-response in major depressive disorder. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 108, 110170; Fusar-Poli, L., Rodolico, A., Martinez, M., Fichera, C., Lin, B. D., Basadonne, L., Concerto, C., Aguglia, E., Guloksuz, S., & Signorelli, M. S. (2023). The association between polygenic risk scores for mental disorders and social cognition: A scoping review. *Journal of psychiatric research*, 164, 389–401.

Отже, багато індивідуально-психологічних особливостей являють собою результат реалізації індивідуальної частини генетичної інформації. Інша частина дисперсії приходить на долю середовищних впливів, зокрема – природних, сімейних і соціальних. Останні визначаються рівнем життя, виховання, умовами побуту і характеризують різницю між сім'ями. Сімейні фактори включають весь різноманітний спектр взаємин у конкретній сім'ї³.

В останні роки фахівці в галузі психогенетики визнають, що не стільки середовищна, скільки спадкова складова виявляє суттєвий вплив на індивідуальний розвиток. І якщо на початку онтогенетичного розвитку людини видоспецифічна частина генома забезпечує видоспецифічний нормативний розвиток, зокрема – послідовність біологічного дозрівання, (а індивідуальна різниця за показниками інтелекту майже повністю залежить від сімейного середовища), то при переході з однієї стадії розвитку в іншу та накопиченні ефектів дії генів, збільшується роль генетичної складової в популяційній дисперсії показників інтелекту. Поруч із цим зростає значення індивідуально-специфічного середовища⁴.

1. Гаметогенез і унікальність людини. Передумови для біологічної неповторності кожної людини закладені в суті спадкової передачі: до гамет (статевих клітин) в процесі їх утворення потрапляє тільки половинний набір хромосом. Це призводить до різноманітних рекомбінацій хромосом в гаметах. Теоретично, в одного з батьків різних варіантів гамет може бути 2 в 23-му ступені (оскільки людина має 23 пари хромосом), що дорівнює восьми мільйонам різних варіантів гамет. Ще вісім мільйонів варіантів генетичної інформації від другого партнера призводить до можливих 64-х трильйонів генетично різних дітей (теоретично) в однієї шлюбної пари.

3 Fusar-Poli, L., Rodolico, A., Martinez, M., Fichera, C., Lin, B. D., Basadonne, I., Concerto, C., Aguglia, E., Guloksuz, S., & Signorelli, M. S. (2023). The association between polygenic risk scores for mental disorders and social cognition: A scoping review. *Journal of psychiatric research*, 164, 389–401; Eeltink, E., van der Horst, M. Z., Zinkstok, J. R., Aalfs, C. M., & Luykx, J. J. (2021). Polygenic risk scores for genetic counseling in psychiatry: Lessons learned from other fields of medicine. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 121, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.021>

4 Fanelli, G., Benedetti, F., Kasper, S., Zohar, J., Souery, D., Montgomery, S., Albani, D., Forloni, G., Ferentinos, P., Rujescu, D., Mendlewicz, J., Serretti, A., & Fabbri, C. (2021). Higher polygenic risk scores for schizophrenia may be suggestive of treatment non-response in major depressive disorder. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 108, 110170. Fusar-Poli, L., Rodolico, A., Martinez, M., Fichera, C., Lin, B. D., Basadonne, I., Concerto, C., Aguglia, E., Guloksuz, S., & Signorelli, M. S. (2023). The association between polygenic risk scores for mental disorders and social cognition: A scoping review. *Journal of psychiatric research*, 164, 389–401; Eeltink, E., van der Horst, M. Z., Zinkstok, J. R., Aalfs, C. M., & Luykx, J. J. (2021). Polygenic risk scores for genetic counseling in psychiatry: Lessons learned from other fields of medicine. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 121, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.021>; Ikeda, M., Saito, T., Kanazawa, T., & Iwata, N. (2021). Polygenic risk score as clinical utility in psychiatry: a clinical viewpoint. *Journal of human genetics*, 66(1), 53–60. <https://doi.org/10.1038/s10038-020-0814-y>; Fusar-Poli, L., Rutten, B. P. F., van Os, J., Aguglia, E., & Guloksuz, S. (2022). Polygenic risk scores for predicting outcomes and treatment response in psychiatry: hope or hype?. *International review of psychiatry (Abingdon, England)*, 34(7-8), 663–675. <https://doi.org/10.1080/09540261.2022.2101352>

Це вказує на абсолютну унікальність кожної людини (крім монозиготних близнюків). І хоча кожна дитина має приблизно до 50 % генетичної інформації від обох батьків і, відповідно, до 25 % від біологічних бабусь і дідусів, тим не менш кожна така генетична комбінація є абсолютно унікальною⁵.

Висновки для психології, психіатрії та психотерапії з даного положення наступні:

А) З огляду на особливості гаметогенезу, мусимо враховувати абсолютну унікальність у підходах до клієнтів, пацієнтів. Наявність такої унікальності, неповторності кожної дитини мають усвідомлювати батьки і педагоги; це повинна враховувати система навчання, яка має однакові вимоги до таких різних, навіть на біологічному рівні, дітей. Ця особливість потребує розуміння різних в одній родині дітей, їх біологічних відмінностей у харчуванні, енергетиці, ритмах сон-бадьорість тощо..., у всіх біологічних параметрах і задатках психологічного темпераменту.

Б) Вже тільки через такі особливості гаметогенезу не є спроможна еволюція, і неможливо «вивести породу» «кращих» у якомусь сенсі людей. Виникає розуміння основного лозунгу гуманістичної психотерапії: «йти за клієнтом» у процесах терапії. Розуміння того, що не батьки знають краще, що потрібно дитині, а необхідно в сімейній та шкільній педагогіці слідувати за задатками, схильностями дитини і розвивати їх.

В) Такий механізм гаметогенезу унеможлиблює абсолютне прогнозування щодо тієї чи іншої патології в майбутньої конкретної дитини, особливо це стосується полігенних та мультифакторіальних захворювань, до яких відносяться більшість з числа психічних захворювань.

2. Другий закон Г. Менделя як спрощена модель розуміння наявності в кожної людини 25 % «менш адаптивних» алелей.

Закономірності гаметогенезу (моделлю, спрощеною схемою якого може бути – другий закон Г. Менделя) дають нам розуміння, що при рівній представленості в популяції умовно біологічно «більш адаптивних» (за аналогією з класичними канонами генетики – домінантних) і «менш адаптивних» (аналогічно, рецесивних) генів, – закономірно, з частотою, приблизно, 25 % – в популяції людей (а також тварин, рослин, якщо вони дизиготні, тобто мають

5 Reid JB, Ross JJ. Mendel's genes: toward a full molecular characterization. *Genetics*. 2011 Sep;189(1):3-10; Smykal, P, K Varshney, R., K Singh, V., Coyne, C. J., Domoney, C., Ke-jnovský, E., & Warkentin, T. (2016). From Mendel's discovery on pea to today's, plant genetics and breeding: Commemorating the 150th anniversary of the reading of Mendel's discovery. *TAG. Theoretical and applied genetics. Theoretische und angewandte Genetik*, 129 (12), 2267–2280; 4. Stark AE. Stable populations and Hardy-Weinberg equilibrium. *Hereditas*. 2023 May 5;160(1):19. doi: 10.1186/s41065-023-00284-x.

парність генетичного коду) буде існувати «менш адаптивний» варіант алелей (пар генів)⁶. Насправді, все це в реальності складніше (оскільки часто гени представлені не двома варіантами), однак статистично існує *така тенденція*.

Висновки із другого закону Менделя наступні:

А) Частота так званої «рецесивної фенотипової ознаки» може свідчити про поширеність гена, який причетний до цієї ознаки, тим самим досліджувана фенотипова ознака може виступати маркером вивчення етіопатогенезу захворювань.

Б) Теоретично, за законами логіки і статистики, кожна людина (і люба дигіготна істота) має приблизно 25 % «менш адаптивних» гомозиготних алелей у генотипі, що означає неможливість досягти «абсолютного, непохитного здоров'я».

В) Таке накопичення «менш адаптивних» гомозиготних алелей у кожної людини може торкатися «різного спектру» органів і систем, у тому числі центральної нервової системи, а це призведе до наявності відносно «слабшої ланки» саме у цій системі.

3. *Третій закон Менделя.*

Цей закон може слугувати спрощеною моделлю розуміння наступного: частота двох конкретних рецесивних алелей (випадкове їх поєднання), а значить і «менш адаптивних» фенотипових ознак, – складає одну шістнадцяту, або 6,25 %.

Висновки із третього закону Г. Менделя наступні:

А) У разі, коли фенотипова ознака зустрічається з частотою близько 6 %-8 %, можна думати про її залежність від двох «менш адаптивних» алелей. Така частота в популяції властива ряду фенотипових ознак, наприклад: ліворукість, хронічний декомпенсований тонзиліт, бронхіальна астма, виліткова хвороба...

Б) Продовжуючи логічний ряд, можна стверджувати, що відсоток тих людей, у яких може зустрітися, за законами статистики, три конкретних «менш адаптивних» алелі, – складає приблизно 1,6 %. Тут, як приклад, можна навести відсоток людей, які страждають на розумову відсталість (у всьому світі приблизно однакові показники: близько 2 %).

⁶ Reid JB, Ross JJ. Mendel's genes: toward a full molecular characterization. *Genetics*. 2011 Sep;189(1):3-10; Smýkal, P., K Varshney, R., K Singh, V., Coyne, C. J., Domoney, C., Kejnovský, E., & Warkentin, T. (2016). From Mendel's discovery on pea to today's, plant genetics and breeding: Commemorating the 150th anniversary of the reading of Mendel's discovery. *TAG. Theoretical and applied genetics. Theoretische und angewandte Genetik*, 129 (12), 2267–2280; Stark AE. Stable populations and Hardy-Weinberg equilibrium. *Hereditas*. 2023 May 5;160(1):19. doi: 10.1186/s41065-023-00284-x.

В силу мультифакторіальності, мова йде не про те, що наявність трьох конкретних рецесивних алелей може спричинити розумову відсталість, оскільки грають роль ще й фактори зовнішнього впливу: анте-, пери- і постнатальна патологія. В реальності, можна очікувати складніші варіації з поєднанням в етіопатогенезі більшої кількості генів (на що націлені PRS-дослідження)⁷.

В) Відповідно, чотири «менш адаптивні» алелі зустрінуться з частотою – 0,4 %, п'яти – 0,1 % і аналогічно далі, а з огляду: на майже сталі з року в рік статистичні показники захворюваності та поширеності психічних і так званих, психосоматичних (і навіть соматичних) захворювань; подібність статистичних показників у різних країнах, – ці дані додатково підтверджують полігенність (PRS) зазначених закономірностей. Вищевказане пояснює появу так званих орфанних захворювань, тобто тих синдромів, що проявляються доволі рідко та охоплюють різні системи і органи.

Ряд конкретних генів, причетних до клінічних проявів багатьох соматичних і психічних захворювань, уже встановлено на генетичному та біохімічному рівні. Саме це є основою для створення ефективних ліків, і цей процес продовжується. Розуміння та врахування закономірностей формування так званих «слабших алелей» буде поступово слугувати не тільки лікуванню, але й профілактиці⁸.

4. Закон Харді-Вайнберга (з популяційної генетики).

- 7 Meerman, J. J., Ter Hark, S. E., Janzing, J. G. E., & Coenen, M. J. H. (2022). The Potential of Polygenic Risk Scores to Predict Antidepressant Treatment Response in Major Depression: A Systematic Review. *Journal of affective disorders*, 304, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.02.015>; Fanelli, G., Benedetti, F., Kasper, S., Zohar, J., Souery, D., Montgomery, S., Albani, D., Forloni, G., Ferentinos, P., Rujescu, D., Mendlewicz, J., Serretti, A., & Fabbri, C. (2021). Higher polygenic risk scores for schizophrenia may be suggestive of treatment non-response in major depressive disorder. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 108, 110170; Fusar-Poli, L., Rodolico, A., Martinez, M., Fichera, C., Lin, B. D., Basadonne, I., Concerto, C., Aguglia, E., Guloksuz, S., & Signorelli, M. S. (2023). The association between polygenic risk scores for mental disorders and social cognition: A scoping review. *Journal of psychiatric research*, 164, 389–401.
- 8 Meerman, J. J., Ter Hark, S. E., Janzing, J. G. E., & Coenen, M. J. H. (2022). The Potential of Polygenic Risk Scores to Predict Antidepressant Treatment Response in Major Depression: A Systematic Review. *Journal of affective disorders*, 304, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.02.015>; Fanelli, G., Benedetti, F., Kasper, S., Zohar, J., Souery, D., Montgomery, S., Albani, D., Forloni, G., Ferentinos, P., Rujescu, D., Mendlewicz, J., Serretti, A., & Fabbri, C. (2021). Higher polygenic risk scores for schizophrenia may be suggestive of treatment non-response in major depressive disorder. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 108, 110170; Fusar-Poli, L., Rodolico, A., Martinez, M., Fichera, C., Lin, B. D., Basadonne, I., Concerto, C., Aguglia, E., Guloksuz, S., & Signorelli, M. S. (2023). The association between polygenic risk scores for mental disorders and social cognition: A scoping review. *Journal of psychiatric research*, 164, 389–401; Eeltink, E., van der Horst, M. Z., Zinkstok, J. R., Aalfs, C. M., & Luyckx, J. J. (2021). Polygenic risk scores for genetic counseling in psychiatry: Lessons learned from other fields of medicine. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 121, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.021>; Ikeda, M., Saito, T., Kanazawa, T., & Iwata, N. (2021). Polygenic risk score as clinical utility in psychiatry: a clinical viewpoint. *Journal of human genetics*, 66(1), 53–60. <https://doi.org/10.1038/s10038-020-0814-y>; Fusar-Poli, L., Rutten, B. P. F., van Os, J., Aguglia, E., & Guloksuz, S. (2022). Polygenic risk scores for predicting outcomes and treatment response in psychiatry: hope or hype?. *International review of psychiatry (Abingdon, England)*, 34(7-8), 663–675. <https://doi.org/10.1080/09540261.2022.2101352>

Закон пояснює, чому «рецесивний ген», незважаючи на його відносно «функціональну слабкість», – продовжує залишатися в популяції. Це відбувається через те, що гетерозиготна алель часто має ширший спектр адаптивності, ніж гомозиготна «домінантна» алель, а отже, «рецесивний» ген продовжує існувати в популяції і зустрічається в «рецесивній» гомозиготній алелі та з частотою приблизно 25 % може проявлятися як фенотипова «рецесивна» ознака⁹.

Висновки із представленого закону (з популяційної генетики):

А) Рецесивні («менш адаптивні») гени не можуть бути штучно «знищені» в геномі людини, і в тому немає сенсу, оскільки в гетерозиготному стані вони сприяють ширшому спектру адаптивності, отже наявність рецесивних алелей – «плата» за збереження гетерозиготних алелей.

Б) Цей закон також свідчить про неспроможність евгеніки щодо «виведення породи» «кращих» людей. Адже частина полігенної патології може бути асоційована з «випадковим», статистично зумовленим накопиченням певних «неадаптивних» алелей, а отже, такі поєднання неможливо спрогнозувати.

В) Завданням медицини, а також медичної психології, психіатрії, психотерапії, в такому разі, може бути дослідження таких відносно «слабших» в адаптивному плані алелей, їх ролі в походженні захворювань (тобто статистичні дослідження їх внеску, що означено в літературі як дослідження PRS) і розробка заходів індивідуального підходу до лікування, первинної і частіше – вторинної профілактики.

Отже, ми навели теоретичне обґрунтування ряду наслідків із законів класичної генетики, які свідчать про: неповторність кожної людини; наявність закономірностей щодо частоти «менш адаптивних» фенотипових ознак та їх можливості слугувати маркерами генетичної складової порушень психічної адаптації. Продовження PRS досліджень, встановлення їх кореляцій з аспектами психічної адаптивності, їх порівнянням з рядом фенотипових ознак, що частіше зустрічаються серед хворих дітей і дорослих, – сприятиме індивідуальним і сімейним рекомендаціям щодо фармакотерапії, реалізації первинної і вторинної психопрофілактики.

⁹ Berger F. Which field of research would Gregor Mendel choose in the 21st century? *Plant Cell*. 2022 Jul 4;34(7):2462-2465; Reid JB, Ross JJ. Mendel's genes: toward a full molecular characterization. *Genetics*. 2011 Sep;189(1):3-10; Smykal P, K Varshney, R., K Singh, V., Coyne, C. J., Domoney, C., Ke-jnovsky, E., & Warkentin, T. (2016). From Mendel's discovery on pea to today's, plant genetics and breeding: Commemorating the 150th anniversary of the reading of Mendel's discovery. *TAG. Theoretical and applied genetics. Theoretische und angewandte Genetik*, 129 (12), 2267–2280; Stark AE. Stable populations and Hardy-Weinberg equilibrium. *Hereditas*. 2023 May 5;160(1):19. doi: 10.1186/s41065-023-00284-x.

ЗАВГОРОДНІЙ Ігор Володимирович,

доктор медичних наук, професор,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0000-0001-7803-3505

ЛІТОВЧЕНКО Олена Леонідівна,

доктор філософії,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-5286-1705
Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ В УКРАЇНІ СЕРЕД МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ

У нашій державі, подібно до багатьох країн світу, проблема професійного вигорання є серйозною та актуальною. В Україні, як і в інших країнах, проблема професійного вигорання в різних сферах життя та праці є вкрай актуальною.

Термін «професійне вигорання» вперше використано в літературі ще в 1974 році. Американські психологи Герберт Фрейденберг та Крістіна Маслач вважаються одними з перших дослідників цього синдрому. Вони розпочали роботу над цією тематикою на початку 1970-х, зокрема, опублікували статті та провели дослідження, спрямовані на розуміння й ідентифікацію синдрому в професійному середовищі¹.

У 2001 році Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визнала синдром вигорання серйозною проблемою, яка потребувала медичного втручання, визначивши його як феномен, що може виникнути внаслідок професійної діяльності. Синдром професійного вигорання було включено і до 11-го варіанту Міжнародної класифікації хвороб (МКХ-11), переглянутого у 2019 році. Він був віднесений до розділу, який містить фактори, що впливають на здоров'я населення та звернення до закладів охорони здоров'я, додатково підтверджує значущість цієї проблеми, важливість досліджень та управління цим станом².

1 Freudenberger, H. J. (1974). Staff Burn-Out. *Journal of Social Issues*, 30(1), 159–165. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1974.tb00706.x>; Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burn-out. *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99–113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>

2 Health workforce burn-out. (2019). *Bulletin of the World Health Organization*, 97(9), 585–586. <https://doi.org/10.2471/blt.19.020919>

На сьогодні існує достатня кількість досліджень, які висвітлюють вплив стресу на робочому місці. Доведено, що категорії працівників, особливо в соціальній сфері, часто виявляють прояви стресових реакцій, пов'язаних із синдромом професійного вигорання. Наприклад, медичні, банківські працівники, науково-педагогічні кадри та правоохоронці можуть бути особливо вразливими через велику відповідальність, постійний стрес, високий ризик помилок й емоційне напруження, якими супроводжується виконання професійних обов'язків. Такий процес може призвести до стресу через внутрішнє накопичення негативних емоцій і виснаження особистих, емоційних та енергетичних ресурсів³.

На частоту та інтенсивність прояву синдрому може впливати також низка факторів, зокрема професійні (графіки роботи, психологічна атмосфера в колективі), особистісні (стан, вік людини, сімейні, індивідуальні особливості), соціально-економічні (соціальна захищеність фахівців фармації, рівень заробітної плати, гідна праця) і культурні (рівень розвитку особистості)⁴. Це насамперед може призвести до професійної деформації та деперсоналізації особистості, що в наукових дослідженнях відомо саме під назвою «професійне вигорання».

Дослідження вказують на важливість розуміння та управління стресом на робочому місці, особливо в тих сферах, де ризик професійного зростання є високим. Стресові реакції можуть змінити значущу роль у психологічному благополуччі працівників, тому важливо розробляти стратегії та програми для підтримування та запобігання такому вигоранню на робочому місці.

Дослідження також показують, що проблема вигорання є актуальною не лише на робочому місці, але й в суспільстві загалом – воєнні конфлікти, соціальна нестабільність та економічні кризи можуть значно підвищити рівень стресу та сприяти професійному вигоранню⁵.

- 3 Bridgeman, P. J., Bridgeman, M. B., & Barone, J. (2018). Burnout syndrome among healthcare professionals. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 75(3), 147–152. <https://doi.org/10.2146/ajhp170460>; Salyers, M. P., Bonfils, K. A., Luther, L., Firmin, R. L., White, D. A., Adams, E. L., & Rollins, A. L. (2016). The Relationship Between Professional Burnout and Quality and Safety in Healthcare: A Meta-Analysis. *Journal of General Internal Medicine*, 32(4), 475–482. <https://doi.org/10.1007/s11606-016-3886-9>; Thielmann, B., Zavgorodnii, I., Zub, K., & Böckelmann, I. (2021). The perception of stress, behavior in stressful situations and mental health of bank employees within a German-Ukrainian comparative study. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01739>
- 4 Protano, C., De Sio, S., Cammalleri, V., Pocino, R. N., Murano, S., Perri, R., Buomprisco, G., De Giusti, M., & Vitali, M. (2019b). A Cross-Sectional Study on Prevalence and Predictors of Burnout among a Sample of Pharmacists Employed in Pharmacies in Central Italy. *BioMed Research International*, 2019, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2019/8590430>
- 5 Edú-Valsania, S., Laguía, A., & Moriano, J. A. (2022). Burnout: A Review of Theory and Measurement. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1780. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031780>

Професійне вигорання – це комплексний процес, який проявляється через ряд психологічних, емоційних та фізичних симптомів. Рис 1.

Джерело: К. Maslach.

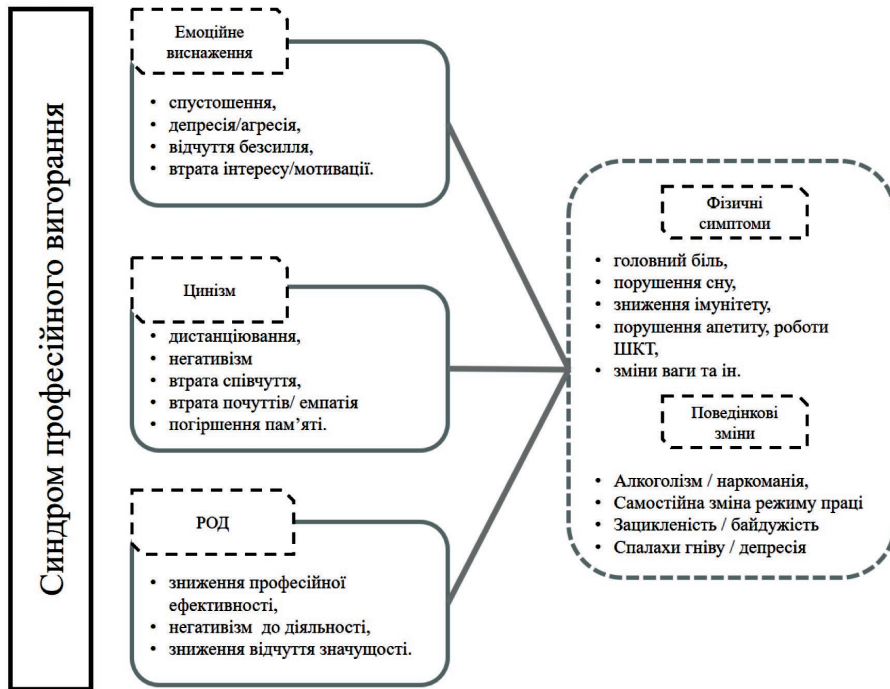


Рис. 1 Основні симптоми професійного вигорання

Психологічний стресовий стан, який виникає в результаті тривалого напруження у професійній діяльності створює ряд негативних наслідків для особистості. Стресові ситуації, високий рівень відповідальності, нестабільність у суспільстві та в роботі, а також вимоги до працівників, які часто перевищують їхні можливості, викликають почуття втоми та безпорадності. Це може призвести до емоційного виснаження, втрати мотивації, апатії та зневіри у сфері професійної діяльності⁶.

Модель професійного вигорання розглядається з позиції трьох складових Рис. 1. Емоційне виснаження: це стан глибокої втоми, втрати енергії та сильного стресу. Виникає внаслідок впливу емоційного напруження, вимог до самого себе та невідповідності очікуванням. Дистанціювання / деперсоналізація / цинізм проявляється відчуттям

6 Gabriel, K. P., & Aguinis, H. (2021). How to Prevent and Combat Employee Burnout and Create Healthier Workplaces During Crises and Beyond. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.02.037>

відчуженості від робочих обов'язків або негативізмом, цинічністю до колег та ін. Це може виникнути через втрату контролю над професійними ситуаціями. Редукція особистих досягнень (РОД), як-от прояв власного низького оцінювання своїх професійних досягнень та успіхів, зниження продуктивності, упевненості та якості роботи, виникає внаслідок втоми, втрати мотивації та емоційного розуміння.

Проведене річне статистичне оцінювання у Великій Британії на основі дослідження робочої сили (LFS) показує, що в 2020/2021 роках загальна кількість випадків стресу, депресії або тривоги, пов'язаних з роботою, становила 2480 на 100 000 працівників. Галуззю з найвищими рівнями стресу, депресії або тривоги визнано охорону здоров'я та соціальну роботу⁴. Серед працівників «допоміжних» та соціально значущих професій частота виникнення професійного вигорання є високою. Це пов'язано з інтенсивним міжособистісним спілкуванням, постійною потребою у співчутті та здатністю розуміти проблеми інших людей⁷.

У 2010 році на 307-й сесії адміністративна рада Міжнародної організації праці (МОП) затвердила новий перелік професійних захворювань. Уперше до переліку МОП були включені психоемоційні та поведінкові розлади, за наявності доказу прямого зв'язку між дією цього чинника та психоемоційним або поведінковим розладом, що розвинувся у працівника⁸.

У медичній галузі професійне вигорання є серйозною проблемою. Медичні працівники, які мають велике психологічне навантаження, часто стикаються з високим ризиком вигорання. Підвищений обсяг роботи, емоційне напруження та відповідальність можуть призвести до зневіри та втрати мотивації у професійній діяльності.

Дослідження виявили синдром професійного вигорання у фахівців багатьох медичних професій, зокрема хірургів, онкологів та ін. Американські лікарі паліативної допомоги спостерігають одні з найшвидших темпів зростання рівня вигорання у світі – від 40 % до 65 %. Вигорання серед медичного персоналу інфекційних відділень у Пекіні сягає 76,9 %. У звіті Medscape National Physician Burnout and Suicide Report за 2020 рік

7 Dubale, B. W., Friedman, L. E., Chemali, Z., Denninger, J. W., Mehta, D. H., Alem, A., Fricchione, G. L., Dossett, M. L., & Gelaye, B. (2019). Systematic review of burnout among healthcare providers in sub-Saharan Africa. *BMC Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7566-7>

8 Workplace stress: A collective challenge (2016). International Labour Organization, 2016, 63.

повідомляється, що рівень вигорання становить близько 43 %. У національному звіті Medscape про вигорання лікарів і самогубства за 2020 рік наведено рейтинг галузей медицини за кількістю випадків вигорання: урологія (54 %), неврологія (50 %) і нефрологія (49 %). Найменше вигорання спостерігається в загальній хірургії (35 %), психіатрії (35 %) та ортопедії (34 %). Анестезіологія посідає 16 місце (41 %), невідкладна медична допомога на 14 місці (43 %), а реанімація на 10 місці (44 %)⁹. Особистий дистрес, що пов'язаний з роботою, може проявлятися різними способами, включаючи депресію, тривогу, втому та низьку психічну якість життя, на що вказують суїцидальні думки. Вигорання також, на нашу думку, є одним з найпоширеніших проявів дистресу серед лікарів онкологічного профілю; дослідження свідчать про поширеність професійного вигорання у 35 % медичних онкологів, 38 % радіаційних онкологів, і від 28 % до 36 % онкологів-хірургів¹⁰.

Останні зміни при медичній допомозі в контексті пандемії гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої захворюванням на SARS-CoV-2¹¹, а також початок військових дій на території України у 2022 році викликають суттєву тривогу щодо обтяження розвитку професійного вигорання серед медичних працівників. За таких обставин існує високий ризик розвитку професійного вигорання, яке може негативно вплинути на якість та безпеку системи охорони здоров'я загалом та економічний статус країни зокрема.

Такі аспекти професійного вигорання в різних умовах життя й роботи в Україні є критичними для подальшого розуміння та вирішення цих проблем, спрямованих на покращення умов праці та життя людей.

Дослідження синдрому професійного вигорання в Харківському національному медичному університеті було започатковано у 2011 році за міжнародної співпраці з медичними фахівцями під керівництвом проф. Беккельманн І. з Федеративної Республіки Німеччини, що сприяло укладанню угоди про співпрацю між кафедрою медицини праці Медичного факультету Магдебурзького університету імені Отто фон

9 De Hert, S. (2020). Burnout in Healthcare Workers: Prevalence, Impact and Preventative Strategies. *Local and Regional Anesthesia*, Volume 13, 171–183. <https://doi.org/10.2147/lra.s240564>

10 Shanafelt, T., & Dyrbye, L. (2012). Oncologist Burnout: Causes, Consequences, and Responses. *Journal of Clinical Oncology*, 30(11), 1235–1241. <https://doi.org/10.1200/jco.2011.39.7380>

11 Haileamlak A. (2020). The impact of COVID-19 on health and health systems. *South African Journal of Animal Science*. <https://doi.org/10.4314/sajas.v40i5.65262>

Геріке та кафедрами гігієни та екології № 2, внутрішніх та професійних захворювань Харківського національного медичного університету. Наразі наукова діяльність партнерів спрямована на дослідження професійного вигорання серед медичних працівників м. Харкова. У період 2021-2023 рр. проведено медико-психологічне дослідження серед лікарів-реаніматологів відділень інтенсивної терапії та анестезіології КНП «Міська клінічна лікарня швидкої та невідкладної медичної допомоги ім. проф. О. І. Мещанінова» ХМР, лікарів-онкологів клініки ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва НАМН України» та працівників (лікарів, фельдшерів) підрозділів КНП ХОР «Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф». Дослідження проводилося в межах науково-дослідної роботи «Визначення критеріїв передпатологічних станів професійного розвитку у медичних працівників» з державним реєстраційним номером 0121U110914 та було фінансовано Міністерством охорони здоров'я України за рахунок коштів державного бюджету.

Рівні професійного вигорання встановлювали на підставі опитувальника «Maslach Burnout Inventory – General Survey» (MBI-GS) (Maslach & Jackson, 1981)¹². Результати засвідчили, що рівень професійного вигорання у медичних працівників був відмінним залежно від їхньої спеціалізації. Так, серед працівників екстреної медичної допомоги виявлено найвищий рівень емоційного виснаження – 37,5 %. У лікарів реанімаційного профілю було відзначено найвищий ступінь цинізму (39,7 %) та зниження особистих досягнень (49,3 %). Лікарі-онкологи продемонстрували опосередковані значення, так, емоційне виснаження виявлено у 21,6 %, високий ступінь цинізму було встановлено лише у 24,3 %, а низька професійна ефективність відзначалася у 24,3 % опитаних. Також визначено особливості за статтю серед зазначених груп медичних працівників.

Під час оцінювання рівня дисбалансу зусиль і винагороди серед лікарів онкологічного профілю за показником ERI¹³ у виробничій діяль-

12 Maslach, C. & Jackson, S. E. (1981). Maslach Burnout Inventory manual. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press Inc.

13 Dragano, N., Siegrist, J., Nyberg, S. T., Lunau, T., Fransson, E. I., Alfredsson, L., Bjorner, J. B., Borritz, M., Burr, H., Erbel, R., Fahlén, G., Goldberg, M., Hamer, M., Heikkilä, K., Jöckel, K.-H., Knutsson, A., Madsen, I. E. H., Nielsen, M. L., Nordin, M., ... Kivimäki, M. (2017). Effort–Reward Imbalance at Work and Incident Coronary Heart Disease. *Epidemiology*, 28(4), 619–626. <https://doi.org/10.1097/ede.0000000000000666>

ності було виявлено, що до групи ризику належать 20 % чоловіків, у жінок дисбалансу не спостерігалось. У групі працівників екстреної медичної допомоги виявлено, що до групи ризику належало 39,8 %, з них 20,5 % чоловіків та 19,3 % жінок. Найбільш негативні показники мали реаніматологи, а саме: більшість респондентів належать до групи ризику, з них у чоловічій групі цей показник сягає 71,4 %, а у жіночій – до 76,3 %. Отримані результати свідчать про передумови для розвитку синдрому професійного вигорання із проявами психосоматичних та психовегетативних порушень в організмі лікарів.

Дослідження типу поведінки та турбот, що пов'язані з роботою, за опитувальником *Arbeitsbezogenes Verhaltens- und Erlebensmuster (AVEM)*¹⁴ показало, що тип А «виснажений» практично однаково представлено серед працівників екстреної медичної допомоги як серед чоловіків (35,7 %), так і жінок (31,6 %). Тип А у лікарів онкологічного профілю був притаманний більшою мірою особам жіночої статі (80 %), у когорті чоловіків цей тип був визначений у 66,6 %. Серед лікарів-реаніматологів до типу А було віднесено 28,9 % чоловіків та 33,6 % жінок.

Дослідження суб'єктивного оцінювання рівня працездатності за опитувальником *Work Attitude Inventory (WAI)*¹⁵ довели, що лікарі-онкологи мають досить посередні показники працездатності, але низький рівень працездатності мало лише 4,5 % чоловіків. Серед реаніматологів низькі рівні працездатності за WAI були виявлені у 8,6 % чоловіків та 10,5 % жінок. Серед працівників служби екстреної медичної допомоги більшою мірою виражений низький рівень працездатності у 12,7 % чоловіків та 11,5 % жінок.

Невротичний тип поведінки був притаманний 30,8 % лікарів-онкологів, з них 41,7 % жінок та 25,9 % чоловіків, серед реаніматологів цей тип встановлено у 51,4 % чоловіків та 10,5 % жінок. Високий рівень тривожності (невротичності) визначено в 14,3 % чоловіків та 10,5 % жінок, що працюють у службі екстреної медичної допомоги – BFB¹⁶.

14 Schaarschmidt, U. (2002). Diagnostik beruflichen Bewältigungsverhaltens unter dem Rehabilitationsaspekt. In Arbeitskreis Klinische Psychologie in der Rehabilitation BDP (Hrsg.). Motivation – Basis der Rehabilitation. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag. S. 216-226.

15 Ilmarinen, J. (2006). The Work Ability Index (WAI). *Occupational Medicine*, 57(2), 160. <https://doi.org/10.1093/occ-med/kqm008>

16 Höck K, Hess H (1975) Der Beschwerdefragebogen (BFB): ein Siebtestverfahren der Neurosendiagnostik für Ärzte und Psychologen. Dt. Verlag der Wiss., Berlin

Із зазначеного вище можна зробити висновки, що рівні професійного вигорання серед медичних працівників залежать від їхньої спеціалізації. Працівники екстреної медичної допомоги та лікарі реанімаційного профілю мають високі рівні емоційного виснаження, цинізму та зниження особистих досягнень. Результати показують відмінності за статтю щодо ризику розвитку професійного вигорання, особливо серед реаніматологів, де чоловіки мають вищий рівень ризику, ніж жінки. Дослідження показало, що високі рівні невротичності та низька працездатність спостерігаються серед працівників екстреної медичної допомоги та реаніматологів, що є передумовою для розвитку синдрому професійного вигорання та психосоматичних порушень. Отже, можемо говорити про необхідність покращення умов роботи та психічного стану медичних працівників.

Наразі постають нові завдання, які спрямовані не лише оцінити психологічний стан медичних працівників, а й встановити препатологічні критерії розвитку професійного вигорання. Тому потрібні додаткові дослідження цього контингенту, щоб більш глибоко вивчити проблему з метою удосконалення системи препатологічної діагностики виникнення професійного вигорання з подальшим розробленням та відтворенням методологічно обґрунтованої моделі раннього виявлення професійної деформації. Зазначений підхід дозволить установити критерії професійного відбору, розробити адекватні заходи психологічної корекції і продовжити трудове довголіття лікарів онкологічних відділень.

Подальші дослідження також допоможуть зрозуміти механізми, що призводять до синдрому професійного вигорання, розробити методи його запобігання та підходи до лікування. Важливо впроваджувати стрес-менеджмент та психологічну підтримку працівників, щоб зменшити ризик розвитку синдрому професійного вигорання, покращити їхнє фізичне та психічне здоров'я.

МОЙСЕЄНКО Валентина Олексіївна,

доктор медичних наук, професор, академік НАН ВО України,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
ORCID ID:0000-0003-1402-6028

ЕТІОПАТОГЕНЕЗ ТА ЛІКУВАННЯ СИНДРОМУ ПОДРАЗНЕНОГО КИШЕЧНИКА

Синдром подразненого кишечника (СПК) – (*irritable bowel syndrome* – IBS) – це найчастіше ($\approx 10\%$ усієї популяції) хронічне захворювання тонкого і товстого кишечника, що проявляється болем у животі і порушенням ритму випорожнень, що не зумовлено органічними чи біохімічними змінами. Єдина (одна) причина – невідома. У 70–90 % хворих спостерігаються психічні розлади.

Основними етіопатогенетичними механізмами розвитку СПК є мінімальний хронічний запальний процес у стінці кишечника, який призводить до ушкодження закінчень кишкової нервової системи, внаслідок чого виникає гіперреактивність на подразники; надмірна проникність ентероцитів для метаболітів, токсинів, антигенів чи фрагментів кишкової мікробіоти (бактерії, гриби, віруси, археї), які, в свою чергу, стимулюють приплив запальних клітин, гіперпродукцію прозапальних цитокінів і формування комплексів антиген-антитіло; скоординована взаємодія ентєральної нервової системи і мігруючого міоелектричного комплексу; порушення харчової поведінки; функціональний стан шлунково-кишкового тракту у процесі взаємодії з довкіллям (кишковий дисбіоз)¹.

Серед основних симптомів при синдромі подразненого кишечника розрізняють діарею, біль у животі, здуття живота, метеоризм, закрепи. Біль у животі постійний або рецидивуючий, найчастіше у гіпогастрії і лівому нижньому квадранті; може бути гострим, спастичним, нестерпним, але майже ніколи не будить хворого вночі. Випорожнення водянисті або напіврідкі (мазеподібні), рідко – збільшеного об'єму; випорожнення частіші, з досить раптовим позовом, виникають після

1 Sekirov L. Russell S.L., Antunes L.C. et al. Gut microbiota in health and disease. *Physiol. Rev.* 2010. 90. 859-904.

споживання їжі, після психічного стресу вранці. Частота випорожнень при закрепах зменшена, кал твердий, грудкоподібний (або у вигляді твердих шматочків, що нагадують горіхи), видалається із зусиллям; після дефекації часто залишається відчуття неповного випорожнення, у деяких хворих періоди діареї і закрепів чергуються. Серед інших проявів СПК: метеоризм (переважно суб'єктивний симптом), домішки слизу у калі, нудота, блювання і печія. У деяких хворих відмічається пальпаторна чутливість над проекцією сигмоподібної кишки, у більшості хворих симптоми постійно рецидивують, але захворювання має легкий перебіг і ніколи не призводить до кахексії чи інших серйозних наслідків.

Згідно з Римськими критеріями IV слід визначити наявність/відсутність диспепсії, за наявності якої мають місце – постпрандіальне переповнення, рання ситість, епігастральний біль, епігастральна печія, які є досить сильними, щоб перешкоджати повсякденній діяльності та виникають щонайменше 3 дні/тиждень протягом останніх 3 місяців або тривають упродовж півроку. єдиної специфічної скарги у пацієнтів не існує. У одного і того ж хворого може бути більше 2 симптомів функціональної диспепсії (ФД) (понад 99 %), 5 та більше проявів ФД одночасно (80 %, М.А. Benninga et al., 2016). Тому нерідко в одного пацієнта можна побачити цілу гаму функціональних розладів, серед яких буває складно виділити провідний. Мінливість клінічної картини, у тому числі у пацієнтів із поєднанням функціональних порушень, зокрема ФД + СПК, ФД + гастроєзофагальна рефлюксна хвороба або ФД + біліарна дисфункція, вимагає від практикуючого лікаря постійного перегляду та корекції призначеної схеми лікування.

Окрім різноманіття гастроентерологічних та негастроентерологічних скарг, відмінною особливістю ФД є наявність психоневрологічних розладів (М. Kanazava et al., 2004). Зокрема, скарги пацієнтів можуть бути такими, що відповідають проявам різних синдромів нейроциркулярної дистонії, як-от кардіальгічного, респіраторного, астенічного, цефалгічного тощо. Відчуття алодинії (болю через дію нормальних невольових подразників) та/або гіпералгезії (підвищеної чутливості до больових подразників). Потрібно пам'ятати, що успіх лікування таких пацієнтів, а також досягнення комплаєнтності багато в чому залежить від психоемоційних та соціально-побутових чинників і ситуацій.

У пацієнтів з СПК мають бути виключені «червоні прапорці»: втрата маси тіла, вік понад 55 років, стійке (повторне) блювання, прогресуюча дисфагія, мелена, гематемезис, залізодефіцитна анемія, обтяжений анамнез (рак шлунку). Діагноз СПК ставиться у тому разі, якщо рецидивуючий біль у животі вперше виник ≥ 6 міс. тому, спостерігається впродовж останніх 3-х міс., в середньому впродовж ≥ 1 -го дня на тиждень і має відповідність ≥ 2 -м з наступних критеріїв: наявність зв'язку з випорожненнями; наявність зв'язку зі зміною частоти випорожнень (діарея або закрепи); наявність зв'язку зі зміною форми (вигляду) стільця.

З якою метою при СПК можуть бути використані пробіотики?²

Для підтримки нормального балансу мікрофлори кишечника, поліпшення процесів травлення, при зміні характеру харчування, наприклад під час подорожей, при порушенні режиму харчування та дієти (свята), для захисту імунної системи, зменшення вираженості алергічних проявів, захисту від інфекцій. А також при схильності до алергічних станів, при тривалих курсах антибіотико- та хіміотерапії, у період перед – та післяопераційної підготовки, при респіраторних інфекціях (бактеріальної та вірусної етіології), при тривалому стресі, при зловживанні алкоголем, як загальнозміцнювальний засіб, для підвищення адаптаційного потенціалу.

Систематичний огляд /Hungin et al./ охоплював 19 досліджень (1807 пацієнтів). Більшість включали всі підтипи СПК, у двох дослідженнях увага була зосереджена на СПК із закрепом (СПК-3), а в трьох — СПК-Д, пробіотичні штами (насамперед *Lactobacilli* та *Bifidobacteria*, але також і для *Streptococcus salivaris*, *Saccharomyces boulardii* та інш.), відрізнялися за дизайном та визначенням відповіді на лікування, «виявили позитивні ефекти пробіотиків на симптоми СПК та пов'язану зі здоров'ям якість життя (ефективність 18–80 % у групі СПК та 5–50 % у контрольній групі)»³.

15 досліджень (882 пацієнти) із СПК-Д, СПК-3 і СПК-3м згідно з Римськими критеріями II і III. Хоча дослідження розрізнялися за

2 Bron P.A., van Baarlen P., Kleerebezem M. Emerging molecular insights into the interaction between probiotics and the host intestinal mucosa. *Nat. Rev. Microbiol.* 2012. 10. 66-78.

3 Hungin A.P., Mulligan C., Pot B., Whorwell P., Agréus L., Fracasso P., Lionis C., Mendive J., Philippart de Foy J.M., Rubin G., Winchester C., de Wit N. Systematic review: probiotics in the management of lower gastrointestinal symptoms in clinical practice an evidencebased international guide. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2013. 38.864 886. PMID: 23981066. doi: 10.1111/apt.12460.

бактеріальним штамом, який використовувався, дозуванням, тривалістю лікування й подальшого спостереження і кінцевими точками/результатом, «пробіотики були більш ефективні, ніж плацебо, у зменшенні болю в животі після 8- і 10-тижневого лікування; ефект був вищим на 8-му тижні, що свідчить про зниження ефективності в умовах тривалого використання»⁴.

Існують протипокази до призначень пробіотиків: індивідуальна чутливість до окремих компонентів, не рекомендовано до вживання в період вагітності та лактації, не слід використовувати як заміну повноцінного раціону харчування⁵, не слід перевищувати рекомендовану денну кількість, не вживати після строку придатності⁶.

Таким чином, поінформованість населення про клінічні прояви СПК та можливості пробіотичного лікування сприятимуть підтримці здорової мікрофлори кишечника та здорової імунної системи, нормалізації роботи кишечника, покращенню якості життя пацієнтів.

4 <https://compendium.com.ua/dec/321200>

5 Ge L, et al «Comparison of dietary macronutrient patterns of 14 popular named dietary programmes for weight and cardiovascular risk factor reduction in adults: systematic review and network meta-analysis of randomized trials» BMJ 2020; DOI: 10.1136/bmj.m696.

6 Clarke G., Cryan J.F., Dinan T.G., Quigley E.M. Review article: probiotics for the treatment of irritable bowel syndrome focus on lactic acid bacteria. Aliment. Pharmacol. Ther. 2012. 35. 403- 413. PMID: 22225517. doi: 10.1111/j.1365-2036.2011.04965.x.

Nataliia MYKHALCHUK,

Dr. in Psychology, Professor,
Rivne State University of the Humanities, Rivne (Ukraine)
ORCID ID: 0000-0003-0492-9450

Yevhen KHARCHENKO,

Doctor of Medicine, Professor,
Rivne Medical Academy, Rivne (Ukraine)
ORCID ID: 0000-0002-4340-8503

Eduard IVASHKEVYCH,

Doctor of Psychology, Professor,
Rivne State University of the Humanities, Rivne (Ukraine)
ORCID ID: 0000-0003-0376-4615

Ernest IVASHKEVYCH,

PhD in Psychology,
Rivne State University of the Humanities, Rivne (Ukraine)
ORCID ID: 0000-0001-7219-1086

Alexander NABOCHUK,

PhD in Psychology,
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Pereiaslav (Ukraine)
ORCID ID: 0000-0002-1448-7687

ON-LINE TEACHING IN THE PROCESS OF STUDYING AT SECONDARY SCHOOLS ACCORDING TO CONTEMPORARY REALITIES AND WAR SITUATION IN UKRAINE

The leading aspect in contemporary process of education prepares the younger generation for a real life in the conditions of rapidly changing information in our society, in the world where there is a constant need for new professions, for continuous professional development. Penetration of computers in the educational process has been contributed to the renewal of traditional methods and techniques in the organization of the educational process.

The actuality of the research of studying on-line technologies for teaching pupils is due to the need to create an active educational environment that would provide schoolchildren with access to various sources of information and help them to meet the interests of other group-mates who communicate actively in

the paradigm of Internet community. Therefore, the modern educational process should use not only new and advanced technical means, but also new forms and methods of teaching, new approaches to the learning process in the whole.

A modern teacher must reckon with the fact that information and communication technology of learning ICT has come to our life and it will be forever. The use of new information communication technologies expands the paradigm of the educational process, enhances its practical orientation, helps to increase pupils' motivation in the educational paradigm, due to the development of intellectual and creative abilities of schoolchildren, their skills to acquire new knowledge independently and create conditions for their successful self-realization in the future.

It is necessary that each teacher understands one rather simple idea: a computer in the educational process is not a mechanical teacher, not a deputy or an analogue teacher, but it is so called "active means" or "active instrument" of developing children, strengthening and expanding the possibilities of their cognitive activity. The computer gives the teacher a great opportunity to free up necessary time for creative pupils' activity and the creation of their individual educational routes.

ICT training at the English lessons is an effective pedagogical tool for learning foreign language culture and the development of pupils' skills of communication. Teachers note that the use of ICT contributes to the acceleration of the learning process, the growth of pupils' interest in the subject, to improve the quality of learning, to allow schoolchildren to individualize the learning process and to make it possible to avoid subjectivity in studying and assessment. Lessons of a foreign language using ICT are distinguished by the diversity, heightened interest of pupils in a foreign language and emphasize on their effectiveness.

However, contemporary ICT for teaching English is mainly represented by didactic audio materials, and the resource capabilities of the Internet educational environment allow us the use of special, absolutely new interactions. Pupils do not need to invest additional material resources for their purchase. English teachers should master the use of ICT techniques and tools for organizing a person-centered educational process, but so far, there is no comprehensive scientific and methodological recommendations that have been developed for the latest time.

Thus, a need for the research search for new approaches to the organization of pupils' activity in the classroom, where information and communication

technologies are in the integral connection with the organization of the educational process, in a whole, requires solving the following *research problems*:

- what possibilities of using information and communication technologies at the English on-line lessons at contemporary system of teaching at the universities there are;
- what features of their use are the main ones;
- what resource capabilities the information and educational environment would have in the context of the modernization of Ukrainian system of education in the whole.

So, *the purpose* of our research is to present the experience of using ICT for developing speaking skills of senior pupils at the English language lessons at secondary schools.

To achieve this goal, we set *the following tasks*:

- to study the theoretical and methodical literature on this subject;
- to consider the ways and forms of ICT use at the English classes at school, providing different types of on-line activities with senior pupils;
- to show the ways of using ICT for developing speaking skills of senior pupils of secondary school during providing on-line process of studying;
- to analyse the ICT techniques and tools having been recommended for use by teachers in the process of preparation for English lessons.

Thus, *the object* of our research is the process of formation of foreign language speaking skills of senior pupils at secondary school during providing the forms of on-line studying.

The subject of the research is the technique of using information and communication technologies for the formation of foreign language speaking skills of senior pupils at secondary school during providing different forms of on-line studying.

The following *research methods* are used in our research: theoretical study and the analysis of psychological, pedagogical, methodical scientific literature and normative, regulatory documents; the methods of observation, synthesis, modeling, anticipation; the method of providing the experiment.

The scientific novelty of our research is: it was created the educational complex of exercises by the use of modern computer technologies for improving speaking skills of senior pupils at secondary school during providing different forms of on-line studying.

In our research we *firstly highlighted* the following guidelines for the use of ICT at the English lessons during providing different forms of on-line studying:

1. When choosing educational material and organizing the educational process, it is necessary to take into account the age characteristics of pupils, as well as the level of their language proficiency.

2. The goals and objectives of the lesson should be formulated in accordance with the curriculum and necessary requirements.

3. When selecting tasks that are performed on and by a computer, it is necessary to take into account the level of the ability of pupils to have different forms of the activities with computer programs.

4. Pupils should study in a special room equipped with the technical tools which are necessary for conducting on-line lesson with ICT. At the same time, hygienic and health-saving standards for computer activity should be observed in any way.

5. Computer programs should be one of the main, important components of the educational process and they would be used where it is appropriate.

6. When planning a lesson using ICT, the teacher should take into account such didactic requirements, according to which:

- it is necessary to define clearly the pedagogical goal of using information and communication technologies in the educational process in the paradigm of on-line studying;
- it is important to clarify where and when ICT will be used at the lesson when submitting educational material and gaining specific educational information by on-line studying and teaching;
- it is necessary to take into account the specifics of the educational material at the English language lessons.

7. The use of ICT in the classroom of the English language makes it possible to organize individual autonomy activity of pupils. When learning to listen, each schoolchild has a great opportunity to hear foreign language speech. While learning to speak, each pupil can pronounce phrases in a foreign language with a help of a microphone. In a case of learning grammatical phenomena, each schoolchild can perform Grammar exercises, achieving the correct answers. While learning to read each pupil can read the text and perform tasks, which give greater efficiency for studying English.

8. The teacher can use game programs to organize the activities with the vocabulary and Grammar of English, as in the process of playing, pronunciation, spelling and translation of words which are well learned.

9. When teaching phonetics, the teacher has to use various Internet resources effectively that contain the necessary educational material on any topic.

10. At the lesson we should use various organizational forms of the activity: group-activity, pair and individual forms. In order to involve everyone and any material, the teachers need to develop and improve their organizational skills in order to plan the course of the lesson properly and effectively.

11. It is advisable to use ICT at the lessons of the English language in order to increase the motivation of pupils to learn the language in the future and more effectively master the educational material.

12. It is necessary to consider the consistency of the selected information for each lesson. The teacher has to select some problems, texts and relevant tasks correctly. Also, the teacher will expand the socio-cultural space, allowing pupils to realize the understanding of their place, role and importance in global human processes.

13. It is necessary to select such educational material that would contribute to the upbringing of the personality of the child, the development of his/her active life position, patriotism, love to their country and neighborhood.

The practical significance of studying on-line process of teaching the English language at school is: we developed a set of exercises for the lessons of the English language for senior pupils by using the resources of the personal account on Google Drive, with the aim of the formation, improvement and control of their speaking skills.

Also, in our research we selected Internet resources for realization of educational purposes of on-line studying.

The practical significance of our research was in our whole proof, that when preparing for on-line lesson or extracurricular on-line lesson in English using ICT, the teacher can follow *the following algorithm*:

1. To study the curriculum and the requirements of the tasks and problems, to formulate the goals and objectives of the English lesson.
2. To study the material of the textbook and gain personal additional benefits.
3. To evaluate the technical possibilities for using ICT (availability of the equipment, schedule of the activity of the information offices, etc.).
4. To choose ICT in accordance with the goals and objectives of each lesson.

5. If it is necessary, the teacher has to develop independently the missing tasks and electronic resources, to attract specialists or students for these forms of on-line activities.

6. Before organizing the lesson, the teacher has to view and listen to all the participants of the educational process, to select educational material, to make timekeeping correctly and to draw up a plan and flow chart of the lesson.

7. The teacher should also remember that overloading the lesson with ICT means to lead to an irrational distribution of working time, to decrease pupils in the process of their activity and to achieve the effectiveness of learning in general.

So, firstly we'd like to show a variety of on-line information and communication technology tools and their applicability in the educational process of studying English at secondary schools in contemporary conditions of war in Ukraine. In such a way the use of new information technologies in the process of on-line teaching is one of the most important aspects of improving and optimizing the educational process, enriching the arsenal of methodological tools and techniques, allowing the teacher in a great degree to diversify the forms of the activity and to make the lesson interesting and memorable for pupils.

In contemporary scientific literature¹ there are many different approaches to the definition of the term of on-line information and communication technologies. According to the dictionary², information and communication technologies (ICT) are a combination of tools and methods for transforming information data to obtain new quality information (information on-line product). In modern scientific sources, information and communication technologies are a wide range of digital technologies, which are used for creating, transmitting and distributing information and providing different services (using computer equipment, software, telephone lines, cellular communications, electronic mail, cellular and satellite technologies, wireless and cable networks, communication technologies, multimedia and the Internet)³.

The modern educational paradigm, which is built on computer-based teaching aids, takes as its basis not the mechanism of transfer of ready-made knowledge and skills to pupils, but the inculcation of self-education for each person. At

1 Cui, G., Wang, Y. & Zhong, X. (2021). The Effects of Suprasegmental Phonological Training on English Reading Comprehension: Evidence from Chinese EFL Learners. *Journal of Psycholinguist Research*, 50 (2), 317–333. <https://doi.org/10.1007/s10936-020-09743-2>.

2 Tlumachnyi slovnyk [Explanatory dictionary] (2021). <http://www.multitran.com>.

3 Alexandrov, A.A., Boricheva, D.O., Pulvermüller, F. & Shtyrov, Y. (2011). Strength of word-specific neural memory traces assessed electrophysiologically. *PLoS ONE*, 2–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022999>.

the same time, the activity of schoolchildren at the lessons is based on the nature of communication with a teacher, mediated through interactive computer programs and audiovisual media.

Scientists⁴ believe that any teaching method is enriched by the integration of contemporary on-line information technologies into the process of studying English. But if in the process of teaching informatics ICTs act both as an object of study and as means of learning, in the process of teaching of general educational disciplines they are only a means of learning. But, in the same time, for the English language on-line process of teaching is completely “ICT tool”.

Let us define the concept of “ICT tools”. On-line means of information and communication technologies are software and hardware. These qualities are dominant because any technical means and devices, which are operating on the basis of microprocessor, computing technology, as well as modern means and systems for information broadcasting, information exchange, provide different operations for collecting, producing, storing, processing, information transferring. In such a way we mean the ability to access information resources of local and global computer networks.

The most commonly the teacher has to use on-line ICT tools in the educational process in a way when:

- electronic textbooks and manuals are demonstrated using a computer and multimedia projector;
- the teacher uses on-line electronic encyclopedias and reference books;
- the teacher proposes to pupils different on-line simulators and testing programs;
- the pupils use on-line Internet educational resources;
- the teacher shows to pupils pictures and illustrations by DVD and CD discs;
- the teacher always uses video and audio equipment;
- all pupils are proposed to do research projects and to show them on-line.

Methodists⁵ distinguish several classifications of ICT tools. In accordance with the first classification, all ICT tools used in the educational system can be divided into two types: hardware tools (computer, printer, scanner, camera, video camera, audio and video recorder, etc.) and software ones (electronic textbooks,

4 Arbuthnott, K. & Frank, J. (2000). Executive control in set switching: Residual switch cost and task-set inhibition. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54, 33–41. <https://doi.org/10.1037/h0087328>.

5 Batel, E. (2020). Context Effect on L2 Word Recognition: Visual Versus Auditory Modalities. *Journal of Psycholinguist Research*, 49, 223–245. <https://doi.org/10.1007/s10936-019-09683-6>.

simulators, test devices), test environments, information sites, Internet search resources, etc.).

The breakthrough in the field of ICT, which is currently taking place, forces us to reconsider the issues of organizing the process of perception of on-line information by a great support for cognitive activity of the person. Thus, the second classification of ICT tools allows us to consider the possibility of using information technologies in the educational activities:

- to search for on-line literature, which it is in the Internet, using such browsers like InternetExplorer, MozillaFirefox and others, various search instruments and platforms (Gmail.com, Google.com, Yahoo.com, etc.) and to provide the activities with them (referencing, note-taking, writing annotations, summary, resume, quoting, etc.);
- use for the activity different texts, which are on on-line platforms, using the package of the main Microsoft Office application programs: Microsoft Word allows the pupils to create and edit texts with graphic design; Microsoft PowerPoint allows as the teacher so pupils to create presentation slides for more expressive and colorful demonstration of the material; Microsoft Excel helps us to perform calculations, to analyze and to visualize data, to provide the activity with lists in Tables and by web pages; Microsoft OfficePublisher allows the teacher to create and edit booklets, brochures, etc.;
- for automatic translation of texts with the help of translators (PROMTXT) and electronic dictionaries (AbbyLingvo7.0);
- for storing and accumulating information (CD-, DVD-disks, Flash-disks);
- for communication (Internet, e-mail, ICQ, Skype, MailAgent, etc.);
- for processing and playback of graphics and sound (players of MicrosoftMediaPlayer, WinAmp, WinDVD, z-player, programs for viewing images: ACDSee, PhotoShop, CorelDraw, programs for creating diagrams, drawings and graphs Visio), etc.

The listed ICT facilities create favorable opportunities as for teachers so for pupils at the English language classes for the organization of on-line individual activity of pupils. They can use computer technologies both for studying on-line individual topics and for self-control of the knowledge having been gained. Moreover, the computer is the most “patient” teacher. It is able to repeat as many tasks as it is possible, seeking the right answer and, ultimately, automating the skills having been worked out.

So, let us show the main characteristics of the use of information and communication technologies in the process of organization of pupils' cognitive activity. The multi-functionality of a computer during on-line training (or its multimedia characteristics) allows us creating and reproducing software products, the main feature of which, from the point of view of educational technologies, is interactive visibility. It is the effect of immersion, which is used for gaining the educational software environment and providing interaction with it. This is a special and supreme view nowadays, which is originally created by the author-developer of a software on-line product, which allows the user to enter into a quasi-dialogue with a computer due to some possible on-line conditions of organizing the process of teaching of a certain set of options, followed by different animation effects. These are some main series of successive conditions having been displayed at a given paradigm of on-line process of studying. In this case, the pupil makes great purposeful intellectual efforts, cognizing logical connections, trying to understand the nature of on-line interaction processes between objects and phenomena. In this way the pupil learns not only individual static images on-line, but with the use of semantic schemes, which are akin to acquire the experience of organizing on-line independent research.

In addition, the virtual presence of the user in the software learning environment in a great degree mobilizes all the main channels of his/her perception of studying new information on-line. There are visual, auditory and motor stages of perceiving on-line information. Also, on-line technologies allow the pupils to start their activities simultaneously, as it usually happens in everyday reality. On-line information, having been perceived in this way, is not based on scattered, but on selective attention of users of the Internet. On-line studying is more efficiently processed as a result of use of speech-thinking operations. They are more reliably stored in pupils' memory, and it is clear from it more quickly. But it is precisely selective attention, according to specialists in Cognitive Psychology, that it is the basis of targeted and effective learning.

Using the traditional methods of organizing a lesson, the teacher is the main subject of giving new information for pupils; it requires each schoolchild to concentrate, to be active, to develop own memory. Not every pupil is able to display the activity in this mode. Psychological features of the character, the type of perception of the child become the cause of different mistakes. At the same

time, modern requirements for the level of education do not allow the teacher to reduce the amount of information, which is necessary or not necessary for each pupil to master the problem questions at the lesson.

However, when organizing a lesson with the use of computer programs, the information is provided to schoolchildren in a colorful way, using animation effects, in the form of a text, a diagram, graphics, drawings. All this, in the opinion of modern scientists, makes it possible to explain the teaching material more clearly and accessibly than orally. It is also very important that at such lessons the pupil can work individually, moving forward in comprehending the new material at his/her own educational paradigm, returning to the incomprehensible, if it is required, or to be running ahead if the person needs it.

Also, the computer is more loyal to a variety of pupils' responses: it does not accompany schoolchildren's activity with some praising or with negative comments, which develop pupils' independence and creates a favorable social and psychological atmosphere in the classroom, giving them self-confidence. This is the most important factor for the development of pupils' individuality.

Thus, speaking of the advantages of schoolchildren's activity with a computer, one should call its indisputable merits:

- general cultural development of pupils;
- improving computer skills;
- reaching language level improvement;
- creating a favorable psychological climate;
- increasing pupils' motivation and interest in the subject;
- self-affirmation of schoolchildren;
- the possibility of implementing individualization of training;
- the implementation of feedback principles;
- reaching great opportunities for visual presentation of the material;
- the exclusion of time for writing material on the board;
- saving teacher's materials;
- improving the process of checking pupils' activity;
- increasing the authority of the teacher;
- proposing a combination of control and self-control;
- being objective and providing timely assessment of pupils' actions;
- the activation of schoolchildren's independent soft skills.

The use of *modern educational technologies* allows the teacher to move:

- from the process of learning as a function of memorization to learning as a process of mental development;
- from a static knowledge model to a dynamic system of mental actions;
- from orientation to the average pupils' achievements to more differentiated and individual training programs;
- from external motivation of learning to internal morally volitional process of self-regulation.

Nowadays, new methods with the use of ICT tools are in a great degree opposed to the traditional teaching of foreign languages. This form of the organization of lessons is the most accessible for gaining the activity of the teacher and its application from the side of pupils at the lessons at the Ukrainian school.

The use of on-line information and communication technologies at foreign language lessons reveals the enormous possibilities of a computer as an effective means of learning. Computer-based training programs allow us to train different types of speech activity and to combine them in different measures, to understand language phenomena, to contribute to the formation of linguistic abilities, to create different communicative situations, to automate language and speech actions, and also to ensure the implementation of an individual approach and pupils' independent activity.

Now let us show the possibilities of using ICT at different stages of the English lesson. After analyzing the theoretical sources, it can be concluded that the importance of using information technologies in a modern school cannot be overestimated. The effectiveness of their use in the classroom, including a foreign language class, is no longer in doubt. ICTs create a new environment in which future generations have not only to communicate, but also to build professional and personal relationships, to demonstrate pupils' interests and to represent themselves. So, teachers have to apply ICT tools in the classroom.

Scientists note that the more number of perception systems are involved into the process of learning, the better and stronger the material is absorbed. The active introduction of new technical means into the educational process increases all possible didactic possibilities, providing visibility, audio and video support and control, which, in general, contribute to a great increase of the level of teaching. Possessing elementary computer literacy, the teacher is able to create original learning materials that enthrall, motivate and target pupils for the most successful results.

The specificity of a foreign language is implying in the development of communicative competence in the totality of its components: speech, language, socio-cultural / intercultural, compensatory and educational, also cognitive competencies and the development of the personality of pupils.

Thus, it is possible to distinguish the activity at the lesson with a multimedia presentation:

- the use of multimedia presentations has to be one of the ICT tools for teaching various types of pupils' speech activity;
- the use of presentations to increase the motivation of schoolchildren;
- the formation of sociocultural and educational competence of pupils with the help of presentation material by on-line technical means;
- the development of creative activity and independence of pupils.

There are different options for the use of multimedia on-line presentations in the educational process: slides, cartoons, films, excerpts from stories, fairy tales, songs, background words and phrases, and others. When learning to write, pupils learn to work with text editors, to improve their computer skills, to learn to use electronic versions of English-Ukrainian and Ukrainian-English dictionaries. Schoolchildren have different practical opportunities to use the knowledge and skills gained at Computer Science Lessons. They correspond with peers from other countries, send their homework to the teacher, who has to check it. When learning English Grammar, the use of ICT is possible when studying almost any topic. It is more interesting to check the level of the formation of grammatical skills on the basis of test programs and the provision of reference information (Mantovani, 1996). When learning vocabulary, it is possible to use ICT on the basis of tests and game computer programs using visual clarity; it is also useful to reach the expansion of passive and potential trainee dictionaries, providing reference information. When learning to read, ICT allows pupils to reach the improvement of reading technique skills through the use of such techniques, as varying the field of perception and gaining the rate of presentation the material, changing the location of the text; providing reference information through the provision of linguistic or extra-linguistic information. When learning to listen, the teacher has to use ICT capabilities to form pupils' phonetic listening skills more effectively as it is possible; to control of the understanding of the text, which was heard before; the ability to understand authentic speech by use of on-line technologies.

When learning to speak using ICTs, phonetic speaking skills of pupils are formed. It is effective organization of the process of communication in pairs and small groups using role-playing games based on simulation-modeling programs. The teacher in such a case has greater possibilities to develop pupils' abilities to communicate, to explain, to approve, to convince, to congratulate, to give a description, etc.

When learning to translate on-line, lexical and grammatical translation skills of pupils are formed; the teacher has a greater possibility to control of pupils' translation. Also, the teacher uses on-line programs for mastering the abilities of pupils to edit texts' translation using on-line text editors and machine translation systems, providing on-line reference information.

To create on-line Presentations the teacher will attract their pupils by them. For example, the study of a topic or a section traditionally ends with repetition, consolidation and generalization. All these elements can be combined by inviting pupils at the final stage of each topic to create a multimedia project instead of writing a traditional essay. Creating a presentation, schoolchildren are given an excellent opportunity to systematize the acquired knowledge and skills, to provide their practical application, as well as to develop their possibility of realizing their own intellectual potential and abilities. It is very important for pupils to feel an interest in independent creative activity, to feel the significance of the results of their activity, because on-line Presentation is a ready methodical material for a lesson, and also helps pupils to reach their own success in the process of studying.

Now let us describe the use of ICT in teaching speaking. When teaching pupils oral speech on-line, the teacher will use some tasks, like: "Write a sound letter to your friend"; "Record an interview with a star"; "Voice a cartoon, film". Pupils are always happy to accept such kind of tasks, because each of them wants to be on the site of a famous artist, an actor, a director.

When teaching pupils to listen, the teacher will use authentic adapted and not adapted texts, radio broadcasts from the Internet, providing individual control using both electronic and online tests. Currently there is a huge number of Internet on-line resources on different platforms, that contain materials as for teachers so for pupils. Let us analyze some of them.

So, in the Internet the teacher can find worksheets for films and cartoons for different levels of the English language (the level must be indicated). All worksheets can be downloaded. Unfortunately, the video for such materials

cannot be downloaded. But a huge positive factor is that all movies or cartoons can be downloaded from other Internet resources, since all videos are modern and in such a case, they are in a great degree interesting for schoolchildren. Let us describe what information the worksheets contain. Clarifying questions according to some scanned episode. These can be both general questions or clarification of details, or some explanations of some words and phrases.

As we noted earlier, the purpose of teaching English as a foreign language has to be able to develop speaking skills of senior pupils of secondary school. According to our mind, a task is to form of the activity which is designed to help us to achieve a particular learning goal. As we have understood, on-line task is something that the most of the time occurs within the attention of pupils in on-line classroom.

As we noted earlier, the purpose of teaching English as a foreign language has to be able to develop speaking skills of senior pupils of secondary school. According to our mind, a task is to form of the activity which is designed to help us to achieve a particular learning goal. As we have understood, on-line task is something that the most of the time occurs within the attention of pupils in on-line classroom.

The development of speaking skills of pupils by the help of on-line studying contributes to more active and complete formation of communicative competence, which is one of the significant tasks of the learning process. Speaking is the most important skill that contributes to on-line process of the formation of pupils' speech in which they implement their knowledge. Reading various texts, pupils master the compositional characteristics of on-line texts according to their construction, description and finding reasoning. After that pupils try to transfer the texts to the construction of their own oral expressions, which is the basis for creating a communicative situation on-line.

In order *to develop speaking skills*, the following tasks can be used by the teacher during teaching pupils to read:

- the teacher tries to persuade pupils to guess what the text will be about by the title or the first sentence of the text. After this, pupils will exchange their thoughts and guesses;
- before reading the text, the teacher asks pupils to discuss a number of issues related to the topic and the content of the text;
- to divide one text into several small fragments. Each of the pupils will read only this small fragment and then all the pupils exchange the information.

- As a result, by this type of activity each of the participants will develop knowledge by reading the whole stories, which were proposed by other pupils);
- to organize on-line process of corporate reading. It is the process of reading the same text by different pupils or groups of pupils, each of whom has a specific task according to this text. As a result, each of the pupils tells his/her original information and together they give a complete picture of the extraction of different information from the same text;
 - to discuss in pairs a number of statements from the text and to determine, which statement contradicts the content of the whole text;
 - to correlate the name of the hero and his description from the text, to give different\ characteristics presented in the text;
 - to arrange sentences from the text in their chronological order;
 - to divide the content of the text into several parts and to ask pupils to arrange them in the correct order;
 - to ask pupils to make stages of the story (novel);
 - to ask pupils to come up with their own ending to the text, and then compare it with the original one.

The process of increasing speaking skills is an integral means of developing pupils' communicative competence. ICT allows pupils to master the sound of the language having been studied, to develop abilities of having greater success in phonemic composition and intonation: rhythm, stress, melody. Through ICT, at the initial stage of on-line studying there is the process of assimilation of the lexical side of the language and improving its grammatical structure.

The following tasks can be used *to develop senior pupils' speaking skills using ICT at secondary school:*

- to determine the content of audio recording by its title, illustrations, keywords, questions;
- to agree with the statements or refute them after using ICT and listening to the text;
- to listen to two short texts and to say what they have in common;
- to explain the content of the audio text having been listened;
- to tell about one of the heroes of this text;
- to give the title of the audio text;
- to arrange sentences in their logical order according to the process of the development events in the audio text, which the pupils have listened;

- to listen to the text and to insert the missing words into the sentences;
- to memorize all dates, names, geographical names, etc., that are used in the text, and to repeat them in the structure of the same sequence;
- to listen to the words and to group them according to any principle or characteristics, explaining your choice;
- to listen to the words and to repeat only those ones that relate to a given topic, and explain why you chose it.

Speaking skills allow pupils to use existing knowledge of a foreign language when communicating with native speakers through modern means of communication, when a child is outside the language environment. Using ICT encourages pupils to master speaking skills actively when the language is being studied.

Speaking is a productive type of speech activity, by means of which (combining with listening) oral verbal communication is carried out. The content of speaking is the expression of thoughts orally. The process of speaking is based on developing pronunciation, lexical and grammar skills.

So, we'll propose exercises for **increasing speaking skills** of pupils during on-line studying of the English language:

- to answer questions (short, full, detailed);
- to ask questions to the text;
- to make a dialogue on the research topic and by the situation's been given;
- to supplement or modify the dialogue;
- to combine dialogical units, to give them in any sequence, in a dialogue;
- to compose a situation or a story (by using keywords, by a plan, by use a given topic, writing summarization);
- to describe a picture or a series of pictures related to the topic, which is investigated;
- to identify and briefly justify the topic of the story having been heard;
- to participate in the discussion and debates.

It should be born in mind that speaking is the most difficult type of the language activity, the mastery of which is associated with many difficulties. So, when learning to speak the most important role is played by pupils' ability to use supports of different nature (meaningful, visual, auditory ones).

In addition to the above tasks which are possible to be used at the English lesson, teacher can propose pupils other interesting exercises to develop their **speaking skills**.

1. *Information-gap activities*. The task of such kind of the activity is that the partners of communication have different information and can share a complete picture by understanding the tasks and problems.

2. *Portrait interview*. Pupils are divided into three groups. Each group receives a picture in order to prepare as many questions as it is possible for the other groups.

3. *Presenting Drama*. These tasks help the learners to develop their speaking skills, to create and use language effectively. Where game lines are forgotten, he/she improvises, in such a way demonstrating his/her language competence.

4. *Discuss your composition* you have written earlier. The pupil combines speaking skills to obtain accurate information and the ability to use information to organize a coherent text.

5. *A jigsaw task* is a task that requires interaction between learners in order to fill in missing information and to integrate it with other kinds of information.

6. *Role-playing*. A common feature of the game is that it is a voluntarily chosen type of the activity, which brings great pleasure and benefit to its participants. The main thing in games is solving different problems, following and obtaining the rules. Role-playing is based on the creation of role situations that require achieving a certain level of speech training of pupils. Scientists state, that such kind of games encourage, entertain, teach and promote fluency in the activities (Ferrara, Brunner & Whittemore, 1991). It can be practiced at all levels and stages of learning English.

The use of video and audio materials helps the learner to study the language in the development of the vocabulary, which ultimately improves pupils' speaking skills in English.

It should be noted that the teacher has to select such types of exercises and tasks and use some concrete kinds of educational activities that would be correlated with all these factors about which we've told (age, individual characteristics of students, topics, etc.). All exercises and tasks should be communicatively oriented, and pupils' learning activities should be clearly motivated.

Let us show the ways of application of contemporary computer technologies at English language lessons in senior classes. In the process of organizing on-line lessons the teacher has to use presentations, which are more visible than traditional material (photos, cards, are sweets). Pupils more easily concentrate their attention, memorize information faster, increase their motivation.

After viewing the presentations, children are happy to perform tasks and to do creative types of the activity. The assimilation of grammatical, lexical and regional geographic nature is much faster and of course is of higher quality. All these factors lead to get success in presenting academic performances.

An important task of the teacher is to create real and imaginary situations of communication in the classroom using various methods of the activity. Emotional impact on pupils has the aim of the formation of a personal relationship to what pupils see. Therefore, the use of the Internet helps to develop the aspects of schoolchildren's mental activity, especially attention and memory. During viewing in the classroom there is an atmosphere of joint cognitive activity of members of micro-groups. Under these conditions, even an inattentive pupil becomes more attentive. The intensity of schoolchildren's attention affects the process of their better memorization. The use of various channels of information receipt (auditory, visual, motor perception) has a positive effect on the strength of assimilation of regional, literary, linguistic and other types of material.

Also, providing on-line lessons the teacher has to use ICT games. For a clear example of the use of computer games in the educational process associated with the acquisition of foreign language speech activity. We offer teachers to use games that meet the requirements of the State Educational Standard, which are suitable for the most sophisticated users. First of all, we'd mention about games that are created in Flash using ActionScript 2.0.

For example, the lexical game *Word Chain (Chain of words)*. The game is suitable for senior pupils of high school. Participating in this game you need to make *vocabulary chains*. For example, you've to change one letter in a word and after that to make another word. At the same time, this word consists of 4 letters firstly, and by the end of the game it can reach up to 8 letters. For the whole process it is given a certain time. With each next stage the teacher changed letter points correctly, the letters are added, and the time for changing the letter increases. With this game you can not only consolidate the active vocabulary of pupils, but also significantly expand it.

The next educational game is *Trolley Dash (Trolley)*, which is suitable for both junior and high school. The game has the aim to consolidate lexical material in a great degree. Firstly, the list of games has to be purchased; secondly, it is displayed, then the participant chooses one item from the list. The teacher needs to find this product on the counter and select with the cursor if the item is selected correctly,

then points are added and the item appears in the player in the basket. If the player chooses a wrong subject, then there are two more attempts. This takes some additional time. Each time provides the game and becomes more and more complicated. This game can be called a vital one, as well as a practice-oriented game. In addition, pupils hear and perceive the necessary information by ear, which is a huge plus in the development of pupils' practical and listening skills.

The next game fixes the attention of pupils on studying the grammatical material on the topic "The Past Perfect Tense". The game is suitable for pupils of secondary and high school. At the beginning of the game the player passes an animal with a tablet on the screen, on which the Verb is in the Past Indefinite Tense. It is necessary during the time that the animal carries the tablet to write this verb in the Past Perfect Tense. Also, the pupil shows the situation, in which this verb is used in this form. If the player manages to do this, then the animals rejoice and score points. In a case if a situation is different, then the animals are upset (Kraut, Lundmark, Patterson, Kiesler, Mukopadhyay & Scherlis, 1998).

To help pupils to work with modern technologies, we can offer several forms of such training for them: "Computer-Assisted Language Learning" (CALL); "Brainstorm"; "Email"; "Computer information technologies"; "Computer accumulation of educational material"; "Expert Advice"; "Quasi-Conversation with a computer"; "Distance Learning".

Computer-based training has many undeniable advantages over traditional teaching methods. There is a great opportunity to work with several computer programs at once, such as, for example, "English for all" from the "Guru Soft" series of training Computer Programs; "Learn to Speak English. The Complete Interactive Course"; "Magic Land"; "Robotland" ("Magic Country"); "Professor Higgins"; "Let's communicate in English"; Educational Encyclopedia "Encarta for Kids"; Educational Computer Program "Triple Play Plus In English".

Educational encyclopedia about the life of Hollywood stars "English in Action. All Stars"; "TOEFL Test" (collection of tests); Storybook "Love English"; The training program "Bridge to English (I, II)", etc.

A training computer program or a computer game are specially selected for the lesson topics as a kind of simulator that organizes the pupil's independent activities, as well as controls it and creates the most positive conditions under which schoolchildren individually form their knowledge. The use of computers at foreign language lessons is a great need and the most important imperative of

time. And if to all these circumstances, adding another important aspect is the use of computer games in the classroom, which makes mastering a foreign language more entertaining and attractive for pupils. Then, learning becomes easier and simpler, more exciting and the most important subject.

The use of multimedia tools helps the teachers to realize a pupil-centered approach to learning, ensuring the principles of individualization and differentiation, taking into account the characteristics of schoolchildren, their levels of learning and aptitudes. Learning a foreign language using computer games is now of great interest among pupils and teachers, as well as teachers should take this fact into account.

Existing drives allow the teacher to display educational information in the form of a text, sounds, video, and of course games on a computer screen. *Computer-aided learning* gives the teacher a great opportunity to organize the independent work of each schoolchild. Integrating a regular lesson with a computer allows teachers to transfer a part of their routine activity to a computer, while making the learning process more interesting and intense. In this case, the computer does not replace the teacher, but only complements it. The selection of educational games and different programs depends primarily on the current educational material, the level of training of trainees and forming of their abilities.

Working with a computer not only enhances interest in the process of learning, but also provides an opportunity to adjust the presentation of learning tasks according to the degree of difficulty, as well as to stimulate pupils, providing them the opportunity to encourage the right solutions. In addition, the computer allows the teachers to eliminate one of the most important causes of negative attitudes towards learning completely. In this case we mean failure, due to lack of understanding of the material or the presence of a gap in knowledge having been received. This aspect is provided by the authors of many computers training programs, including computer games. The pupil is given the opportunity to use various reference books and dictionaries that can be called up on the screen with just one mouse click. Working on a computer, schoolchildren have the opportunity to complete the solution of a communicative-cognitive task to the end, relying on the necessary assistance. If we consider that this will take place in the form of a game, the result of mastering a foreign language will not take a long period of time.

Now let's describe ICT application tests for speaking testing. We'll give the example of ICT application tests for speaking testing: the assignment for the excerpt from the cartoon *Ratatouille*.

1) Read and translate the expressions. Then make sure you've been using The Present Continuous Tense. Don't forget to put the prompts in the correct order:

- Take a tomato
- Make an omelet
- Break a window
- Pour some wine into the glass
- Pour some wine's head
- Break an egg
- Slice a cucumber
- Smell a tomato
- Stir smth. in a bowl
- Take a knife
- Slice an onion
- Fall on the fridge

2) The final stage of the activity. Make the conclusions on monologue and dialogic speech.

For the final stage of the lesson, these types of tasks are suitable:

- conjecture dialogue / monologue for the character;
- fill in the end of the scene (based on the video).

Video is played without sounds, children compose the character's speech, then the same scene is played with the sound and their version is compared with the original one.

Let us describe ICT lesson project. Pupils have to watch the film "The Olympic Games".

1. The teacher: "Please, tell me what happened in 776 B.C. / 394/1896/1952/1980/2008/2021? (pupils talk about the events that occurred these years)".

Teacher: "The Olympic Games have symbols, such as the Olympic motto and the Olympic flag. What is the motto? (Pupils answer the question, and on the interactive whiteboard the teacher reveals the correct answer using slides).

Teacher: "What do you want the rings on?" (the Olympic flag is displayed on the screen, and pupils talk about its symbolism).

Teacher: “Describe the ceremony of the Olympic Games: (the teacher includes a DVD disc with excerpts of the opening ceremony of the Olympic Games).

2. Practical part of the lesson (working out the English language and present material in the system of exercises):

The game “Believe or not believe”.

Teacher: “If you believe, please, raise the necessary card. Do you want to raise blue cards?”

In the course of checking out the level of understanding and the possession of the material, the teacher can enter the words “True” / “False” on an interactive whiteboard next to the statements, such as:

The first Olympic Games were held in Ukraine.

In 2012 the Olympic Games will be held in Paris.

The last Winter Olympic Games took place in Canada.

The Olympic Games have been held since the 19th century.

A red fox was the symbol of the Olympic Games in New York.

The Olympic Games are held every four years.

The Olympic Games are held only in Europe.

The Summer and Winter Olympic Games are held separately.

The role of International Olympic Committee is great.

Also, we’ve to propose pupils the game “Try to guess. The world of different people”.

After the game the teacher proposes pupils to answer the questions: “Who is she? What kind of sport is she famous for?” “Why do these sportsmen are famous for sport and achievements?” “Do you like watch sport games on TV? Why not?”

Complete the sentences: “My favorite kind of sport is ...” “Ukraine is famous for ...” “At our school we prefer ...”

Such on-line lessons using ICT will help the teachers to provide: improving lexical and grammatical skills of speaking; developing listening skills, to reach more detailed understanding of the content and extracting specific information, improving reading skills, controlling the degree of learning, creating an atmosphere of creativity, developing skills in using computer on-line technologies, development of interest of pupils in the English language and Computer Sciences; improvement of pupils’ intellectual abilities; self-education goodwill and respect from the side of schoolchildren for the older generation. Other questions of organizing on-line process of studying will be shown in further our publications.

Olena WELCHINSKA,

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor,

Bogomolet's National Medical University

ORCID ID: 0000-0001-7023-8493

Ukraine

SOME ASPECTS OF THE INTERACTION OF THE CHEMICAL STRUCTURE AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE MEDICINAL SUBSTANCE

It is known that the biological properties of medicinal substances completely depend on the peculiarities of their chemical structure. Diversity of biologically active substances is achieved by using the basic principles of the strategy of creating new substances. It is copying known physiologically active substances, chemical modification of the structure of known synthetic and natural medicinal substances, the introduction of a pharmacophoric group of a known medicinal substance into a molecule of a new substance, molecular modeling, the creation of combined drugs, the methodology of combinatorial chemistry (the technique of miniaturization of syntheses was created and biotested, allowing to synthesize up to several thousand new compounds per day), bioisostery, search for antimetabolites based on the study of drug metabolism, the strategy of pro-drugs¹.

For example, when creating a variety of sulfanilic acid amide derivatives, this is the main research scaffold *para*-aminobenzenesulfamide substituted by functional groups $-NHR$ and $-SO_2NHR(R')$. The formation of a substituted aromatic fragment of the main scaffold in sulfonamide molecules is carried out due to acetylation, halogenation, and amination reactions (fig.1):

¹ Hubsy, Y.I. & Velchynska, O.V. Synthesis and biological activity studies of new N-substituted [(phosphinothiadiazolyl) amino] succinimides. *Med. Khim*, 2008, V.10, p. 5–11; 2Welchinskaya, H.V., Pieczusak, B., Kovalenko, E.A., Sharykina, N.I., Getman, K.I. & Podgorsky, V.S. Biological activity of bacterial lectins and their molecular complexes with heterocyclic bis-adducts. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*, 2003, V.65(5), p. 20–25.

Source: Author's research.

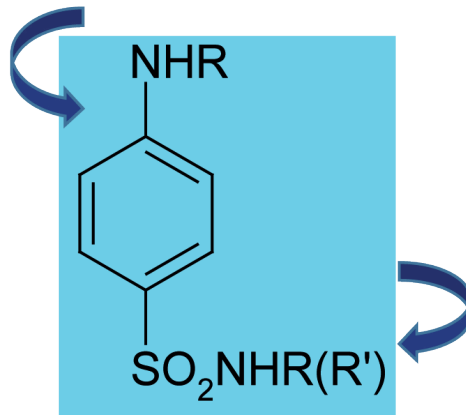


Figure 1. Basic scaffold of the sulfonamide molecule

The next stage is the structural functionalization of derivatives of sulfanilic acid amides by chemical modification in the positions of functional groups in the composition of molecules. Well-known drugs were synthesized in this way: sulfazine, sulfacyl sodium, phthalazole, biseptol and others (fig.2):

Source: Author's research.

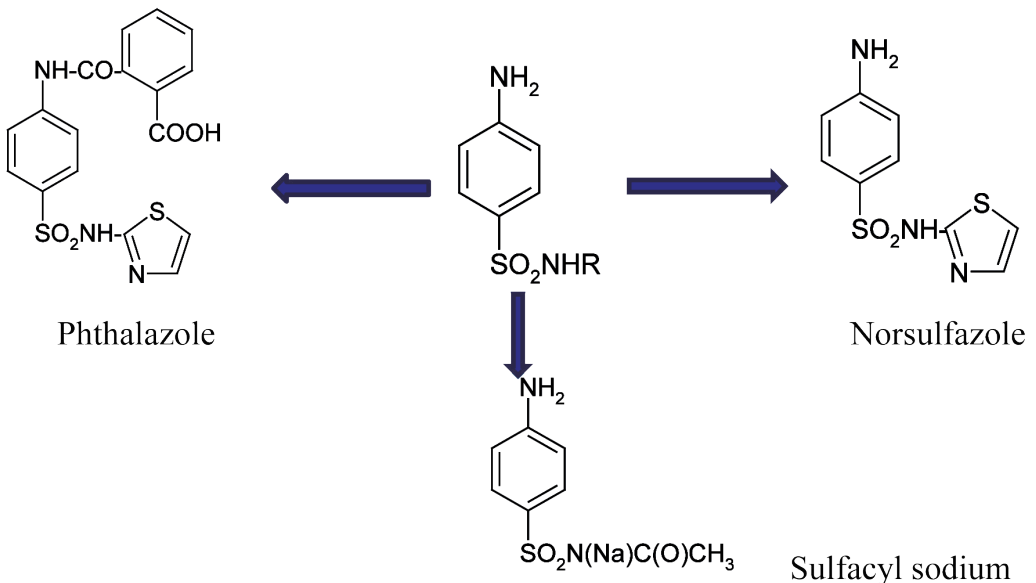


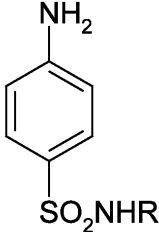
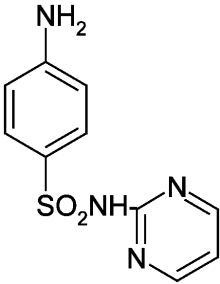
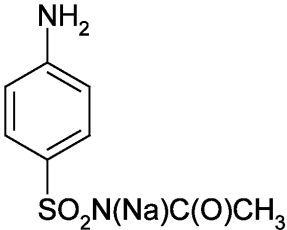
Figure 2. The sulfonamides

Let's consider the features of the chemical structure of sulfanilic acid amide derivatives (tabl.1):

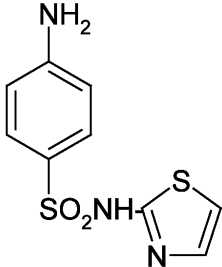
Table 1.

Chemical characteristics of the sulfanilic acid amide derivatives structure

Source: Author's research.

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> – amphoteric molecule: the main properties are due to the presence of an aromatic NH_2 group, acidic properties are due to the presence of a hydrogen atom in the sulfamide $-\text{SO}_2\text{NHR}$ group aromatic ring – unsaturated aromatic system three double bonds and a coupled system – Carbon atoms of the aromatic ring in the state of sp^2-hybridization – Nitrogen atom in the amino group has an unshared pair of electrons and participates in conjugation – high stability of «aromaticity» of the cycle, cyclic delocalization energy
 <p>Sulfazine, 2-(<i>p</i>-aminobenzene-sulfamido)-pyrimidine</p>	<ul style="list-style-type: none"> – the presence of a pyrimidine heterocyclic fragment – amphoteric molecule: the main properties are due to the presence of an aromatic NH_2 group, acidic properties are due to the presence of a hydrogen atom in the sulfamide $-\text{SO}_2\text{NHR}$ group aromatic ring – unsaturated aromatic system three double bonds and a coupled system – Carbon atoms of the aromatic ring in the state of sp^2-hybridization – Nitrogen atom in the amino group has an unshared pair of electrons and participates in conjugation – high stability of «aromaticity» of the cycle and delocalization energy
 <p>Sulfacyl sodium, sodium <i>p</i>-aminobenzene-sulfonylacetamide</p>	<ul style="list-style-type: none"> – electronegative aceto-group – amphoteric molecule: the main properties are due to the presence of an aromatic NH_2 group, acidic properties are due to the presence of a hydrogen atom in the sulfamide $-\text{SO}_2\text{NHR}$ group aromatic ring – unsaturated aromatic system three double bonds and a coupled system – Carbon atoms of the aromatic ring in the state of sp^2-hybridization – Nitrogen atom with an unshared pair of electrons and participates in conjugation – high stability of «aromaticity» of the cycle and delocalization energy

Continuation of table 1

1	2
 <p data-bbox="135 555 354 627">Norsulfazol, 2-(<i>p</i>-aminobenzene- sulfamido)-thiazole</p>	<ul style="list-style-type: none"> – the presence of a thiazole heterocyclic ring – amphoteric molecule: the main properties are due to the presence of an aromatic NH₂ group, acidic properties are due to the presence of a hydrogen atom in the sulfamide -SO₂NHR group aromatic ring – unsaturated aromatic system three double bonds and a coupled system – Carbon atoms of the aromatic ring in the state of sp²-hybridization – Nitrogen atom with an unshared pair of electrons and participates in conjugation – high stability of «aromaticity» of the cycle and delocalization energy

Pharmacological properties of Sulfazine: bacteriostatic effect; in infections caused by hemolytic streptococcus, pneumococcus, staphylococcus; with malaria.

Pharmacological properties Sulfacyl sodium: bacteriostatic action; antibacterial agent for ophthalmology, a wide spectrum of action.

Pharmacological properties of Norsulfazol: bacteriostatic action; in infections caused by streptococcus, staphylococcus; with pneumonia and meningitis.

Pharmacological properties of Sulfamethoxazole: bacteriostatic action; chemotherapeutic activity (malarial plasmodium, toxoplasma, staphylococci, streptococci).

Pharmacological properties of Fthalazol: an antibacterial agent, it is a pro-drug of norsulfazol (dysentery, colitis, other acute intestinal diseases).

Toxicological properties of the sulfanilic acid amide derivatives:

From the blood and lymphatic system: leukopenia, hemolytic anemia, thrombocytopenia.

From the cardiovascular system: tachycardia, myocarditis.

From the side of the nervous system: depression, visual disturbances, psychosis, convulsions.

From the respiratory system: pulmonary infiltrates.

From the gastrointestinal tract: increased activity of liver enzymes, cholestatic hepatitis.

Allergic reactions: toxic epidermal necrolysis (Lyell's syndrome), systemic lupus erythematosus, anaphylactic shock, Quincke's edema.

Regularities of structure-activity dependence of sulfonamides:

- the *p*-aminophenyl group is a carrier of antimicrobial properties;

- substitution of hydrogen atoms in the aromatic ring (phenyl radical) - decrease in antimicrobial activity;
- replacement of hydrogen atoms in the $-NH_2$ group by R - disappearance of antimicrobial properties;
- substitution of hydrogen atoms in $-NH_2$ by R – antimicrobial properties do not disappear if R in the body is subject to elimination (hydrolysis) example, Phthalazol (where R is a phthalic residue acids) (fig.3):

Source: Author's research.

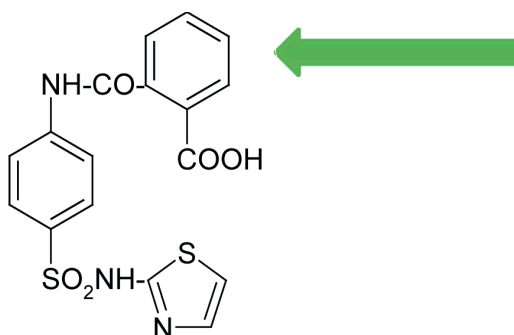


Figure 3. Phthalazol structure.

The level of toxicity increases when present electron acceptor groups, oxygen-containing groups, aromatic radicals (fig.4).

Source: Author's research.

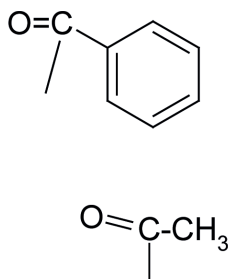


Figure 4. Electron acceptor groups.

Thus, it can be argued that the chemical structure of the molecule is a matrix that ensures the biological activity of the substance. When creating substances with predicted biological activity, we repeatedly used specific synthetic approaches to achieve the set goal of the experiment².

2 Elena Welchinska & Valeriia Vilchynska. New Compound N1, N1'-(2"-Bromo-2"-Chloroethenyl)-Bis-(5-Fluorouracil) As The Active Antitumor Agent For Sarcoma 180. CBU International Conference Proceedings. 2016, V. 4, p.740-743. DOI: <https://doi.org/10.12955/cbup.v4.842>; Welchinska, O.V., Sharikina, N.I., Kovalenko, E.Ö. Finding of anticancer medical drugs by way of creation of new ant metabolites of pyrimidin's change-bis-derivatives of 5 (6)-substituted uraciles and their molecular complexes with bacterial lectines. Naukovy zapyski Ternopolskogo natsionalnogo pedagogichnogo universitetu imeny V. Hnatuka. Seria: biology. 2008, V.1(35), p. 62–68.

Yaroslava PUSHKAROVA,

PhD in Chemistry, Associate Professor,
Bogomolets National Medical University
ORCID ID: 0000-0001-9856-7846

Galina ZAITSEVA,

PhD in Chemistry, Associate Professor,
Bogomolets National Medical University
ORCID ID: 0000-0003-3138-6324

Tetiana REVA,

Doctor of Sciences in Education, Professor,
Bogomolets National Medical University
ORCID ID: 0000-0002-3367-5931

PECULIARITIES OF TEACHING THE ELECTIVE COURSE “BASICS OF CHEMICAL METROLOGY”: THE DEPARTMENT’S EXPERIENCE

Higher pharmaceutical education undergoes changes in accordance with the needs of the health care system and the requirements of international standards. The main goal of higher pharmaceutical education is to provide highly qualified training of pharmacists capable of critical thinking and making conscious and quality decisions in various practical situations of professional direction. At the same time, the main tasks are the formation of a comprehensively educated person, providing the necessary knowledge, skills, abilities for future professional activity in the conditions of rapid development of technology and science^{1,2}.

Chemical metrology is an essential aspect of pharmacy education as it ensures the accuracy and reliability of measurements in pharmaceutical analysis. It encompasses the science of measurement and the development of measurement standards, methods, and procedures. In the field of pharmacy, chemical metrology plays a crucial role in various areas, including drug formulation, quality control, and regulatory compliance^{3,4}. Thus, the introduction of elective course “Ba-

- 1 Anderson, C., & Arakawa, N. (2021). Pharmacy Education Development. *Pharmacy*, 9(4), 168. <https://doi.org/10.3390/pharmacy9040168>
- 2 Papadopoulos, V., Goldman, D., Wang, C., Keller, M., & Chen, S. (2021). Looking ahead to 2030: Survey of evolving needs in pharmacy education. *Pharmacy*, 9(1), 59. <https://doi.org/10.3390/pharmacy9010059>
- 3 Pushkarova, Y., & Zaitseva, G. (2022). Designing an online course for pharmacy students: Case study of basics of chemical metrology. *Anatolian Journal of Education*, 7(2), 1-10. <https://doi.org/10.29333/aje.2022.721a>
- 4 Merone, G. M., Tartaglia, A., Locatelli, M., D'Ovidio, C., Rosato, E., de Grazia, U., Santavenere, F., Rossi, S., & Savini, F. (2020). Analytical Chemistry in the 21st Century: Challenges, Solutions, and Future Perspectives of Complex Matrices Quantitative Analyses in Biological/Clinical Field. *Analytica*, 1, 44-59. <https://doi.org/10.3390/analytica1010006>

sics of chemical metrology” into educational process for pharmacy students was logical and necessary.

The process of formation of professional competences in the conditions of martial law does not deny the use of traditional forms of education – lectures, practical and seminar classes, which differ in their content, purpose, tasks and methods of implementation. In the same time, surely, the learning process in the conditions of martial law is impossible without the use of information technologies. The aim of this article is to describe the structure of the new elective course “Basics of chemical metrology” and the experience of its online learning in Bogomolets National Medical University under martial law in Ukraine.

The elective course “Basics of chemical metrology” was designed for pharmacy students of the second year of study at Bogomolets National Medical University and was introduced into the education curriculum for the first time in 2021/2022 academic year.

There were one hundred and forty three students enrolled in this course during 2021/2022 academic year and one hundred students enrolled in this course during 2022-2023 academic year.

The elective course “Basics of chemical metrology” was created on the base of the State Pharmacopoeia of Ukraine, namely according with the requirements to statistical analysis of results of chemical experiments and validation criteria for analytical procedures⁵. The 2.0-credit course consisted of ten lectures (ten hours), five seminar lessons (ten hours) and independent work of students (forty hours). The form of control of academic success is a differential credit. The information about the course topics and distribution of the hours between them is presented in Table 1.

Table 1.

Structure of the discipline «Basics of chemical metrology»

Name of topics	Number of hours			
	total	including		
		lectures	seminar lessons	independent work
1	2	3	4	5
Topic 1. Basics of metrology.	7	1	–	6
Topic 2. Errors of measurements.	10	1	2	7

5 Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for Quality of Medicines. State Pharmacopoeia of Ukraine. URL: <http://sphu.org/en/ukrainian-pharmacopoeia> (11.11.2023)

Continuation of table 1.

1	2	3	4	5
Topic 3. Statistical analysis of results of chemical experiments in accordance with the requirements of State Pharmacopoeia of Ukraine.	15	3	4	8
Topic 4. Validation criteria for analytical procedures in accordance with the requirements of State Pharmacopoeia of Ukraine.	10	1	2	7
Topic 5. Mathematical statistics and theory of probability.	10	2	–	8
Topic 6. Chemometrics and chemometric methods in chemistry.	8	2	2	4
Total hours	60	10	10	40

Duration of the course was five weeks: one seminar (two hours) and two lectures (two hours) per week. In 2021/2022 academic year course was studied during April-May, in 2022/2023 academic year – during January-February.

All students studied the course “Basics of chemical metrology” online in 2021/2022 academic year. During the 2022/2023 academic year it was implemented blended form of education in Bogomolets National Medical University. All lectures were online and for practical and seminar classes students chose the form of education (online or offline) themselves. Twenty one students from one hundred chose offline form of education.

It was created educational-methodical complex for teaching discipline “Basics of chemical metrology” on Ukrainian (for domestic students) and English (for foreign students) languages. It included academic curriculum, syllabus, presentations of lectures and recorded video lectures, methodical instructions for seminar classes, problems and cases for discussions during the seminars, student notebook, cards for assessment the knowledge of students.

Bogomolets National Medical University has implemented the platform LIKAR_NMU on the basis of Learning Management Systems Moodle for distance education⁶.

The using portal LIKAR_NMU allows creating a well-structured teacher-student interaction⁷. Educational-methodical complex for teaching discipline

6 Kuchyn, I., Vlasenko, I., Gashenko, I., Mykytenko, P., & Kucherenko, I. (2021). Creating the informational and educational environment of the University based on the distance learning platform LIKAR_NMU. *Archives of Pharmacy Practice*, 12(2), 66-74. <https://doi.org/10.51847/5zZerOAbwA>

7 Pushkarova, Y., Chkhalo, O., Reva, T., Zaitseva, G., & Bolotnikova, A. (2021). Using Information Technology in Teaching of the Course “Analytical Chemistry” in Bogomolets National Medical University. *Archives of Pharmacy Practice*, 12(3), 89-93. <https://doi.org/10.51847/dvMCSbO1SE>

“Basics of chemical metrology” were posted on a web-based learning platform LIKAR_NMU and available for students whole time (ID of course 6841).

The full-scale war worsened access to education. There are some main reasons to explain this fact:





1. Frequent air raid sirens.
2. Blackouts and problems with internet connection.

Each lecture was occurred like videoconference via Zoom. Seminar classes were occurred via Zoom or offline in compliance with the students choosing. For the fast communication between the teacher and students outside the class was used chat in Telegram.

We proposed the recorded video lectures for students who couldn't join the lecture via Zoom due to good reasons (air raid sirens, lack of light or internet connection, sickness). Students could find them on distance platform Likar_NMU or open the video lecture with QR code (Table 2). QR codes were sent to students in Telegram chat.

Table 2.

Topic of lectures and QR codes for recorded video lectures

Week	Topic	QR code
1	Metrology as a science of measurement. General concepts and basic terminology. The main stages of evolution of metrology. Legal metrology.	
	Errors of measurement, general concepts. Classification of errors. Errors in chemical analysis.	
2	Population and sample. Mean value, standard deviation and confidence limits.	
	Checking of the sample homogeneity. Assessment the equality of variances.	
3	Comparison of the results of quantitative analysis of the sample by two methods.	
	Validation of analytical procedures and tests.	
4	Basic concepts of probability theory.	
	Probability distributions for discrete and continuous random variables.	

Continuation of table 2


5	Correlation analysis. Regression analysis.	
	Chemometrics as an interdisciplinary scientific discipline. Review of chemometrics tasks and main chemometric methods.	

Table 3 shows the information about lecture attendance in 2022/2023 academic year. As we can see QR code was also an effective and popular technology for sharing education materials for students as well as distance platform LIKAR_NMU.

Results of our communication with students showed that the student's choice in favor of a platform LIKAR_NMU or QR code depended on the device used (phone, tablet, laptop) and the strength of the Internet connection.

Table 3.

Lecture attendance in 2022/2023 academic year

Week	Number of students who joined the lecture via Zoom	Number of students who couldn't join the lecture via Zoom and studied the recorded video lecture via LIKAR_NMU	Number of students who couldn't join the lecture via Zoom and studied the recorded video lecture via QR code
1	62	17	21
2	53	25	22
3	65	14	21
4	58	23	19
5	64	21	15

Out-class activity of the students (independent work) included reading of recommended literature and articles, performing the tasks according to the curriculum of discipline, studying the lectures' material.

Student notebook and methodological instructions were used for student's out-class activity. Methodological instructions include actuality of the topic, general aims of the seminar class, key questions, list of main terms, content of the topic (theory), questions and tasks for self-control and recommended literature.

Student notebook it's a short form of methodological instructions. It contains the necessary information for successful preparing for seminars and allows students to keep their written records.

Students had the methodological instructions and student notebook in PDF and DOC/DOCX formats.

Figure 1 demonstrates the screen of the page of student notebook for topic “Calculation of the basic metrological characteristics of analysis methods. Presentation of the results of quantitative analysis».

Key formulas of the seminar:

The mean, \bar{x} , of n measurements: $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$.

The standard deviation, s , of n measurements: $s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$.

Variance = the square of the standard deviation, s^2 .

Coefficient of variation: $CV = \frac{s}{\bar{x}}$.

Relative standard deviation: $RSD = 100 \times \frac{s}{\bar{x}}$.

Standard deviation of the mean or standard error of mean: $s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$.

Degrees of freedom: $\nu = n - 1$.

Confidence limits of the mean: $\bar{x} \pm t_{n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$.

ID of course: 7412
<https://likar.nmuofficial.com/md/course/view.php?id=7412>
 You can find on the platform for successful preparing for seminar:
 - lectures;
 - methodical instructions;
 - recommended literature.

Questions and tasks for self-control:

1. Give examples of the application of statistical methods in chemical experiments.
2. What is mean?
3. What is standard deviation?
4. What is variance?
5. What are coefficient of variation and relative standard deviation?
6. What is standard deviation of the mean (standard error of mean)?
7. What is degrees of freedom?
8. What is confidence interval (confidence limits)?

Example 1. When determining the Nickel content in the standard steel sample, the following results were obtained (%): 5.1; 5.5; 5.4; 5.8; 5.2. Calculate the basic metrological (statistical) characteristics.

Your answer and explanation

Example 2. The sodium ion content of a urine specimen was determined by using an ion-selective electrode. The following values were obtained: 102, 97, 99, 98, 101, 106 mM. What are the 95% and 99% confidence limits for the sodium ion concentration?

Your answer and explanation

Figure 1. Screen of the page of student notebook

Organizational structure of each seminar is presented in Table 4³.

Table 4.

Organizational structure of the seminar

Stages of the seminar	Time distribution	In-class activity
Preparatory stage	15 min.	
Organizational issues	5 min.	
Formation of motivation	5 min.	Discussion the actuality of the topic
Control of the initial level of students' knowledge	5 min.	Five test questions or oral interview
Main stage	45 min.	
Study of the topic		Discussion the key questions according to the topic of seminar, answering the students' questions, consideration of calculated and situational problems (cases)
Final stage	30 min.	
Control of the final level of students' knowledge	20 min.	Solving the problems (cases)
Overall results. Summaries. Assigning marks	10 min.	

Students who couldn't join the seminar in Zoom, studied the topic independently. Also for these students were additional consultations at a time convenient for them. The majority of such consultations were spontaneous.

For students who couldn't solve the tasks via platform LIKAR_NMU due to the failed connection, we used the alternative way of communication via messenger Telegram.

Topics of the seminar lessons, general aims and key questions for them are shown in Table 5.

Table 5.

Topics of seminar lessons, general aims and key questions for them

№	Topic	General aims	Key questions
1	Rounding of the measurements results. Estimation of the presence of outliers in results.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ to know rules for determining the number of significant figures; ✓ to know the scientific notation of very large or very small numbers; ✓ to know rules for rounding of data in a computation; ✓ to know what are outliers; ✓ to know the Rule of the Huge Error; ✓ to know the Dixon Test (Q-test); ✓ to know the Grubbs Test. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Significant figures. 2. Rounding of data in a computation. 3. Outliers. 4. Procedures for a statistically supported decision with respect to rejection or retention of a suspected outlier.
2	Calculation of the basic metrological characteristics of analysis methods. Presentation of the results of quantitative analysis.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ to know examples of application of statistical methods in chemistry; ✓ to know difference between sample and population; ✓ to know formulas for calculation the basic metrological characteristics (mean, standard deviation, variance, coefficient of variation, relative standard deviation, standard deviation of the mean (standard error of mean), degrees of freedom, confidence interval (confidence limits)). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Application of statistical methods in chemical experiments. 2. Basic metrological (statistical) characteristics. 3. Presenting data.
3	Comparison of two methods by reproducibility analysis. Comparison of the mean values of two samples.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ to know algorithm for comparison of standard deviations; ✓ to know algorithm for comparison of two experimental means if the standard deviations do not differ significantly; ✓ to know algorithm for comparison of two experimental means if the standard deviations differ significantly. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. F-test for the comparison of standard deviations. 2. Comparison of two experimental means. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Case I. The standard deviations do not differ significantly. 2.2. Case II. The standard deviations differ significantly.

4	Estimation of the repeatability of results. Estimation of the accuracy of measurements.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ to know the difference between precision, bias and accuracy; ✓ to know the difference between repeatability and reproducibility; ✓ to know how estimate systematic error; ✓ to know how estimate repeatability; ✓ to know how compare an experimental mean with a known value. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precision, bias and accuracy. 2. Repeatability and reproducibility. 3. Comparison of an experimental mean with a known value.
5	Calculation and statistical evaluation of linear dependence parameters. Estimation of the limit of detection.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ to know algorithm for calculation the product-moment correlation coefficient; ✓ to know algorithm for calculation the slope of regression line; ✓ to know algorithm for calculation the intercept of regression line; ✓ to know algorithm for calculation the errors in the slope and intercept of the regression line; ✓ to know algorithm for calculation the limit of detection. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. The product-moment correlation coefficient. 2. The line of regression of y on x. 3. Errors in the slope and intercept of the regression line. 4. Limit of detection.

Case studies are effective instructional method for teaching short elective courses³. That is why case studies are an integral part of lectures and seminar lessons during the study chemical metrology.

Let us demonstrate the some case study examples from our lectures and seminar classes^{8,9,10}:

1) A set of data was taken to calibrate a measuring instrument. In the course of a preliminary manual plot of the data (eye estimate), it was noticed that one point appeared to be much farther from the line than the others, so it was ignored for the moment. The analyst was tempted to reject it because he feared (and rightly so) that its inclusion (if it were an outlier) would falsify his least squares fit. The average deviation of the plotted points from the line (observed – curve) was 0,012. The deviation of the suspected point from the line was 0,06. Use the Huge Error Rule for statistically supported decision with respect to rejection or retention of a suspected outlier.

2) Assume that an analyst used a certain method to determine the amount of lead in a water sample and estimated $s = 2,5 \mu\text{g/L}$ based on 7 measurements. At a later date, she analyzed another water sample for its lead content, using the same

8 Miller, J., & Miller, J. C. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*. Pearson education.

9 Taylor, J. K., & Cihon, C. (2004). *Statistical techniques for data analysis*. CRC Press.

10 Crowder, S., Delker, C., Forrest, E., & Martin, N. (2020). *Introduction to Statistics in Metrology*. Cham, Switzerland: Springer.

method, and obtained $s = 3,3 \mu\text{g/L}$ based on 10 measurements. Were both sets of measurements equally precise with 95 % confidence?

3) The absorbance scale of a spectrometer is tested at a particular wavelength with a standard solution which has an absorbance given as 0,470. Ten measurements of the absorbance with the spectrometer give $\bar{x} = 0,461$, and $s = 0,003$. Find the 95 % confidence interval for the mean absorbance as measured by the spectrometer, and hence decide whether a systematic error is present. Make conclusion about accuracy of results.

Students got the mark for each seminar class. Figure 2 demonstrates the distribution the marks according with the topics during 2022/2023 academic year.

Unexpectedly, it turned out that the most difficult topic was topic 1. It can be explain by that fact that there is not enough time for detailed consideration rounding of data in a computation and estimation of the presence of outliers. Therefore, we will ask to increase the number of hours for studying this course and divide above two points into separate seminar lessons.

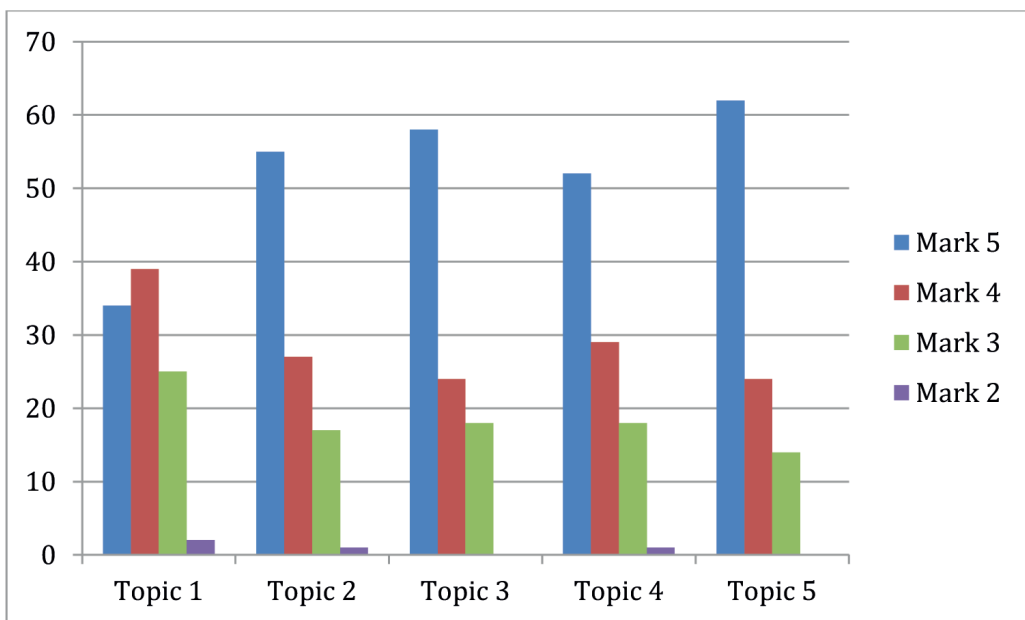


Figure 2. Distribution the marks according with the topics during 2022/2023 academic year

So, learning outcomes for discipline can be described as:

- students should know: subject and tasks of chemical metrology; general metrological characteristics of chemical analysis; classification of errors in chemical analysis and the reasons for their occurrence; basics

of validation of analytical methods and tests; basics of mathematical statistics and probability theory; subjects and tasks of chemometrics, application of its main methods for processing the results of chemical experiment;

- students should be able to: perform calculations of the main metrological parameters of the chemical analysis; estimate the presence of outliers in results; estimate the repeatability of results; estimate the accuracy of measurements; to compare two methods by reproducibility analysis; to compare the mean values of two samples; to determine the parameters of linear dependence; to determine the limit of detection; to interpret the results of metrological processing of measurement results.

Number of students who received grades of A, B, C, D and E in the online elective course during 2021/2022 academic year and in the blended form of education during 2022/2023 academic year are shown in Table 6. The most students earned grades A, B and C.

Note that the majority of students chose online form of education during 2022/2023 academic year. Analysis of students' performance during two academic years show that proposed structure and organization of online course "Basics of chemical metrology" are effective and allow students to achieve necessary learning outcomes.

Table 6.

Number of students who received different grades during 2021/2022 and 2022/2023 academic years

Academic year	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	Average mark
2021-2022 (143 students)	90 (62,9 %)	28 (19,6 %)	9 (6,3 %)	10 (7,0 %)	6 (4,2 %)	4,52
2022-2023 (100 students)	62 (62,0 %)	14 (14,0 %)	16 (16,0 %)	5 (5,0 %)	3 (3,0 %)	4,54

Table 7 shows the students' performance independently for online and offline students during the 2022/2023 academic year. One can see, that online form of education was not worse than offline form of education. This may also suggest that the online course study was well organized using different information technologies.

Table 7.

Comparison of the online and offline education forms during 2022/2023 academic year (number of students who received different grades)

Form of education	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	Average mark
Offline (18 students)	7 (38,9 %)	2 (11,0 %)	7 (38,9 %)	1 (5,6 %)	1 (5,6 %)	4,3
Online (82 students)	55 (67,1 %)	12 (14,6 %)	9 (11,0 %)	4 (4,9 %)	2 (2,4 %)	4,6

Table 8 shows the students' performance for online students during the 2022/2023 academic year in accordance with their attendance of the seminar classes. We can observe a direct relationship between student's academic performance and their attendance at seminar lessons. This allows us to conclude that the main role in online education is played by the teacher, joint discussion and explanations of the key questions, answering the students' questions, consideration of calculated and situational problems (cases). By itself educational-methodical complex can't provide the students with high level of knowledge.

Table 8.

Comparison of the online students' performance in accordance with their attendance of the seminar classes

Attendance of seminar classes	A	B	C	D	E	Average mark
Students, who attended all seminar classes (total 65 students)	54	11	-	-	-	4,8
Students, who attended 3-4 seminar classes (total 10 students)	1	1	7	1	-	4,0
Students, who attended 1-2 seminar classes (total 7 students)	-	-	2	3	2	3,3

Eighty seven students (2022/2023 academic year) completed the anonymous voluntary 6-question post-course survey. The 5-point scale survey was used, where 5 was means "Strongly agree", 4 - "Agree", 3 - "Neither agree nor disagree", 2 - "Disagree" and 1 - "Strongly disagree". Results are shown in Table 9. Students highly rated the quality of the course and its significance for the future profession of a pharmacist.

Table 9.

Course evaluation

Statement	Average point
Course is useful for better understanding the future pharmacists work	4,1
Lectures are informative	3,9
The seminars are interactive	4,0
Methodical instructions are informative and sufficient for understanding the topics	3,9
Student notebook is useful and comfortable way for keeping the information about the course	3,7
I would recommend this elective course to other students	4,2

Living conditions during martial law pose new challenges to teachers of Ukraine. They require professionalism, quick adaptation and a creative approach to the sharing of educational material among students. But even in such difficult conditions it is possible to acquire knowledge and professional competencies. The online elective course “Basics of chemical metrology” was successfully implemented under martial law during 2021/2022 and 2022/2023 academic years for pharmacy students of the second year of study at Bogomolets National Medical University.

Learning the course “Basics of chemical metrology” enabled Ukrainian students to form the knowledge and skills regarding the assessment of metrological characteristics of chemical analysis methods, validation of analytical methods and tests; and to acquire of statistical processing skills and presentation of measurements results. The responses to survey questions revealed an overall positive attitude of students to the organizing the course and its quality.

The practice of distance learning has demonstrated that this approach can be equally effective as face-to-face education. The possibilities of modern digital technologies make it possible to quickly establish both the informational component of education and the control of students' knowledge.

КУЛІШ Володимир Вікторович,

доктор фізико-математичних наук, доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0003-0302-7009

РЕШЕТНЯК Сергій Олександрович,

доктор фізико-математичних наук, професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0003-2316-5396

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПІНОВИХ ХВИЛЬ У НАНОТРУБЦІ ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗА НАЯВНОСТІ СПІН-ПОЛЯРИЗОВАНОГО СТРУМУ

Одним з найбільш актуальних напрямків дослідження в останні роки стала фізика наноструктур – об'єктів, що мають нанорозмірні масштаби по одному, двох чи трьох вимірах. Фізичні (зокрема, магнітні) властивості таких об'єктів суттєво відрізняються від аналогічних властивостей макроскопічних тіл. Наноструктури різних конфігурацій активно використовуються у техніці, а також відкривають широкі можливості для застосувань у різних ділянках високих технологій. Протягом останніх трьох десятиріч наномagnetизм (і, отже, магнітні властивості наносистем) став актуальною та популярною темою для досліджень. Завдяки досягненням сучасних технологій були створені магнітні нанорозмірні структури різних конфігурацій, що характеризуються низкою унікальних фізичних властивостей.

Спінові хвилі (далі – СХ), тобто хвилі намагніченості у магнітовпорядкованих матеріалах, інтенсивно досліджуються протягом останніх десятиріч. Найбільш перспективними з точки зору застосувань у техніці виявилось дослідження СХ у нанорозмірних системах. Це пов'язано

з наявністю додаткових ступенів волі у наносистемі, з домінуванням обмінної взаємодії для спінових хвиль на наномасштабах, з розмірними ефектами та іншими механізмами¹. Такі хвилі є перспективними для численних технічних застосувань, зокрема для створення нових пристроїв запису, передачі та обробки інформації². Пристрої, що використовують СХ замість традиційного переносу електричного заряду – магنونні пристрої – дозволяють швидшу, ефективнішу та надійнішу обробку сигналів і обчислення на вищих частотах, ніж сучасні комп'ютерні технології³. СХ можуть поширюватися через магнітні матеріали з мінімальними втратами енергії та мають малі довжини хвиль. Крім того, ними можна керувати за допомогою магнітних полів, електричних полів, спін-поляризованих струмів або теплових градієнтів. Близькі перспективи для подібних використань визначаються, зокрема, технічними досягненнями останнього часу, що можуть використовуватись для створення елементної бази магنونних пристроїв. Як результат такої активної затребуваності для численних прикладних задач, СХ стали об'єктом інтенсивного дослідження – зокрема, для двох нових галузей фізики: магنونіки та спінтроніки. У останні десятиріччя проводяться інтенсивні дослідження СХ у магнітних наноструктурах різних конфігурацій.

При описі магнітних властивостей наносистем, що містять магнітовпорядкований матеріал – зокрема, СХ у таких наносистемах – необхідно враховувати як магнітну диполь-дипольну взаємодію (яка є більш суттєвою на макроскопічних масштабах), так і обмінну взаємодію (яка є суттєвою на наномасштабах і стає нехтовно малою на макроскопічних масштабах). Крім того, при описі таких СХ потрібно враховувати ефекти, пов'язані з анізотропією матеріалу (за її наявності). Ефекти, пов'язані з дисипацією енергії, можуть як суттєво впливати на картину СХ у системі, так і бути нехтовно малими в залежності від частоти СХ, розмірів, форми, матеріалу наносистеми та інших факторів³. Отже, при дослідженні СХ у магнітовпорядкованих наносистемах можливо нехтувати дисипативними ефектами, але в загальному випадку врахування таких ефектів необхідне.

1 Kruglyak V.V., Demokritov S.O., Grundler D. Magnonics. *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2010. Vol.43. 264001.

2 Flebus B., Rezende S. M., Grundler D., Barman A. Recent advances in magnonics. *Journal of Applied Physics*. 2023. Vol. 133. 160401.

3 Wu C. Spin Wave Resonance and Relaxation in Micro-wave Magnetic Multilayer Structures and Devices: Thesis of Dissertation for the Degree of Ph.D. / City University of New York ProQuest Dissertations Publishing. New York, 2008. 104 p.

Окремий клас наносистем представляють синтезовані нещодавно магнітні нанотрубки⁴, які є перспективними для технічних застосувань (в якості хвилеводів для СХ, а також в магнітобіології). При цьому типові синтезовані нанотрубки часто мають переріз, що суттєво відрізняється від колового. В багатьох випадках апроксимація перерізу такої нанотрубки еліпсом є більш точною, ніж апроксимація колом. Крім того, у останні роки синтезуються та досліджуються також нанотрубки еліптичного перерізу⁴. Спін-хвильові властивості таких систем залишаються порівняно маловивченими, що робить їх дослідження актуальним.

Для генерації СХ часто використовується так званий спіновий транспорт (ефект переносу спіну). Зокрема, цей ефект може використовуватись для генерації СХ у спінових хвилеводах – наприклад, у магнітних нанотрубках. Вказаний ефект полягає у зміні орієнтації вектора намагніченості у тонкому шарі феромагнетика при пропусканні через цей шар спін-поляризованого струму. Вплив такого струму, зокрема, суттєво змінює загальну картину СХ у досліджуваній системі. Так, наявність спін-поляризованого струму призводить до появи «ефективної дисипації»: згасання СХ у такому шарі залежить від величини та напрямку спін-поляризованого струму. При цьому за деяких їх значень згасання СХ може змінитись наростанням, так що наявність спіно-поляризованого струму призведе до генерації СХ⁵. Відомі дослідження впливу спін-поляризованого струму на картину СХ у наносистемах обмежені випадком хвиль у плоскій плівці або її фрагменті (наприклад, нанодиску). Проте, у двошаровій феромагнітній нанотрубі можливо створити радіальний спін-поляризований струм, що змінить картину СХ у ній. Отже, дослідження впливу такого струму на картину СХ у зазначеній нанотрубі представляє собою актуальну тему для дослідження.

Розглянемо двошарову феромагнітну нанотрубку з еліптичним перерізом (еліптичний циліндр), один шар якої є «фіксованим» в сенсі напрямку намагніченості, другий – «вільним», так що через «вільний» шар може протікати спін-поляризований струм в радіальному напрямку. Нехай для «вільного» шару півосі дорівнюють a_2 , b_2 (для зовнішньої поверхні) та a_1 , b_1 (для внутрішньої поверхні), див. рис. 1.

4 Ye Y., Geng B. Magnetic Nanotubes: Synthesis, Properties, and Applications. *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*. 2012. Vol. 37. P. 75-93.

5 Berger L. Emission of spin waves by a magnetic multilayer traversed by a current. *Physical Review B*. 1996. Vol. 54. P. 9353-9358.

Джерело: дослідження автора.

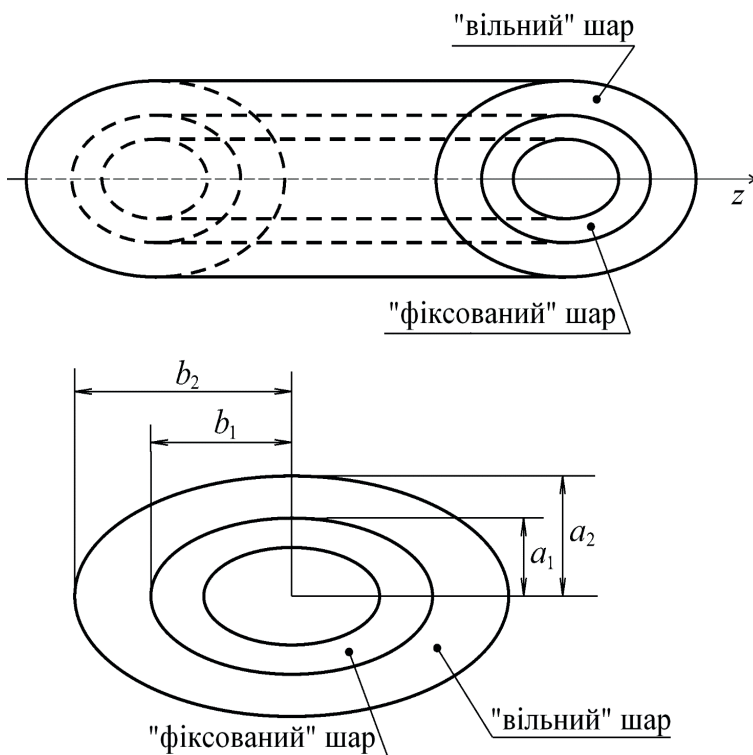


Рис. 1. Досліджувана композитна наносистема

Будемо вважати, що вільний шар складається з феромагнетика типу «легка вісь» з параметрами α (константа обмінної взаємодії), β (параметр одноосової анізотропії) та γ (гіромагнітне відношення), причому вісь анізотропії феромагнетика спрямована уздовж осі симетрії системи. Уздовж цієї ж осі спрямоване зовнішнє магнітне поле з напруженістю $\vec{H}^{(e)}$, в яке внесено досліджувану наносистему.

Нехай рівноважна намагніченість «вільного» шару \vec{M}_0 та напрямок намагніченості «фіксованого» шару \vec{e}_p спрямовані уздовж осі трансляційної симетрії системи, уздовж якої зручно вибрати вісь Oz . Розглянемо спінову хвилю, що розповсюджується у «вільному» шарі уздовж осі Oz . Використаємо лінійне наближення, розглядаючи відхилення густини магнітного моменту \vec{m} та магнітного поля всередині феромагнетика \vec{h} як малі збурення їх рівноважних значень – \vec{M}_0 та $\vec{H}_0^{(i)}$, відповідно: $|\vec{m}| \ll |\vec{M}_0|$, $|\vec{h}| \ll |\vec{H}_0^{(i)}|$ (причому $\vec{M} = \vec{M}_0 + \vec{m}$, $\vec{H}^{(i)} = \vec{H}_0^{(i)} + \vec{h}$ де \vec{M} – загальна густина магнітного моменту, $\vec{H}^{(i)}$ – внутрішнє магнітне поле). Задача даного дослідження

полягає в отриманні дисперсійного співвідношення для такої хвилі та визначенні умови генерації.

Запишемо лінеаризоване рівняння Ландау-Ліфшиця для таких хвиль. Додамо до стандартного лінеаризованого рівняння Ландау-Ліфшиця⁶ дисипативний доданок у формі Гільберта $\vec{T}_G = \frac{\alpha_G}{M} \left[\vec{M} \times \frac{\partial \vec{M}}{\partial t} \right]$ (тут α_G – гільбертова стала згасання) та доданок Слончевського-Берже⁷ $\vec{T}_s = \frac{\epsilon \hbar J}{2eM_0^2 d} [\vec{M} \times [\vec{M} \times \vec{e}_p]]$,

що враховує вплив спінової поляризації струму (тут ϵ – безрозмірна спінової поляризаційна ефективність, J – густина струму, e – елементарний заряд, d – товщина «вільного» шару у досліджуваному напрямку). Після лінеаризації обох додаткових доданків та врахування особливостей досліджуваної наносистеми зазначене рівняння може бути записане у вигляді

$$\frac{\partial \vec{m}}{\partial t} = \gamma \left(\vec{M}_0 \times \left(\vec{h} + \alpha \Delta \vec{m} + \beta \vec{e}_z (\vec{m} \cdot \vec{e}_z) \right) - \frac{1}{M_0^2} \left(\vec{M}_0 \cdot \vec{H}_0^{(i)} + \beta (\vec{M}_0 \cdot \vec{e}_z)^2 \right) \vec{m} + \frac{\alpha_G}{\gamma M_0} \frac{\partial \vec{m}}{\partial t} + \frac{\epsilon \hbar J}{2eM_0^2 d} [\vec{m} \times \vec{e}_z] \right). \quad (1)$$

Об'єднаємо це рівняння з рівнянням Максвелла $\text{div } \vec{h} = -4 \pi \cdot \text{div } \vec{m}$ в магнітостатичному наближенні, яке виконується для типових СХ (так що для напруженості магнітного поля може бути введений магнітний потенціал: $\vec{h} = \nabla \Phi$). Для збудження, що змінюється з часом по гармонічному закону $\vec{m}(\vec{r}, t) = \vec{m}_0(\vec{r}) \exp(i\omega t)$, $\Phi = \Phi_0(\vec{r}) \exp(i\omega t)$, з такої системи рівнянь може бути виключено збурення намагніченості після переходу до координат еліптичного циліндру (u, v, z) :

$$\begin{cases} x = \frac{D}{2} ch(u) \cos(v) \\ y = \frac{D}{2} sh(u) \sin(v) , \\ z = z \end{cases} \quad (2)$$

тут D – константа системи координат, що має розмірність довжини. Рівняння $u = \text{const}$ в таких координатах описує еліптичний циліндр з півосьми $\frac{D}{2} ch(u)$, $\frac{D}{2} sh(u)$. Таким чином, ми можемо задати поверхні, що обмежують нанотрубку, рівняннями $u = u_1$, $u = u_2$, причому $ch(u_1) = 2b_1/D$, $sh(u_1) = 2a_1/D$, $ch(u_2) = 2b_2/D$, $sh(u_2) = 2a_2/D$. Результируюче рівняння для магнітного потенціалу має вигляд

6 Akhiezer A. I., Baryakhtar V. G., Peletminskiy S. V. Spin waves. Amsterdam: North-Holland, 1968. 369 p.

7 Berger L. Emission of spin waves by a magnetic multilayer traversed by a current. Physical Review B. 1996. Vol. 54. P. 9353-9358.

$$\left(\frac{(\omega \pm i\kappa)^2}{\gamma^2 M_0^2} - \left(\beta + \frac{H_0^{(i)}}{M_0} - i \frac{\alpha_G}{\gamma M_0} \omega - \alpha \Delta \right) \left(4\pi + \beta + \frac{H_0^{(i)}}{M_0} - i \frac{\alpha_G}{\gamma M_0} \omega - \alpha \Delta \right) \right) \Delta \Phi_0 + 4\pi \left(\beta + \frac{H_0^{(i)}}{M_0} - i \frac{\alpha_G}{\gamma M_0} \omega - \alpha \Delta \right) \frac{\partial^2 \Phi_0}{\partial z^2} = 0, \quad (3)$$

де $\kappa = \frac{\gamma \hbar |J|}{2eM_0 d}$, знак «+» перед величиною κ відповідає струму, що тече з «фіксованого» магнітного шару у «вільний», «-» – навпаки. В якості ефективної товщини «вільного» шару з точністю до малих вищого порядку можна обрати його середню товщину: $d = ((a_2 - a_1) + (b_2 - b_1))/2$. Рівняння (3) припускає у координатах еліптичного циліндру розв'язок у вигляді біжучої хвилі уздовж осі Oz та поперечних спінових збуджень, що описуються функціями Мат'є:

$$\Phi_0 = (C_1 Ce_m(u, \alpha) + C_2 Se_m(u, \alpha)) (\cos C_3 \cdot ce_m(v, \alpha) + \sin C_3 \cdot se_m(v, \alpha)) \exp(ik_{\parallel} z), \quad (4)$$

тут C_1, C_2, C_3 – константи, ce_m, se_m, Ce_m, Se_m – функції Мат'є першого та другого роду порядку m , величина $\alpha = \frac{k_{\perp}^2 D^2}{16}$, k_{\perp} та k_{\parallel} – хвильові числа, що описують поздовжню біжучу СХ та поперечні спінові збудження, відповідно. Підставляючи розв'язок (4) у рівняння (3), отримуємо дисперсійне рівняння, з якого витікає наступне дисперсійне співвідношення:

$$\omega = |\gamma| M_0 \left(\sqrt{\alpha^2 k^4 + 2\alpha \tilde{\beta} k^2 + 4\pi \alpha \left(1 + \frac{\tilde{\beta}}{\alpha k^2} \right) k_{\perp}^2 + \left(\tilde{\beta}^2 + \frac{\kappa^2}{\gamma^2 M_0^2} \right)} - \left(\alpha_G \left(\alpha k^2 + \tilde{\beta} + 2\pi \frac{k_{\perp}^2}{k^2} \right) \pm \frac{\kappa}{\gamma M_0} \right)^2 + i \left(\alpha_G \left(\alpha k^2 + \tilde{\beta} + 2\pi \frac{k_{\perp}^2}{k^2} \right) \pm \frac{\kappa}{\gamma M_0} \right) \right), \quad (5)$$

тут $\tilde{\beta} = \beta + H^{(e)} / M_0$, $k^2 = k_{\perp}^2 + k_{\parallel}^2$. У останньому співвідношенні враховано той факт, що для досліджуваної конфігурації магнітного поля з трансляційної симетрії системи витікає $H_0^{(i)} = H^{(e)}$, а сталу згасання α_G для типових СХ можна вважати малим (меншою або порядку 0.1).

Як можна бачити, в дисперсійне співвідношення (5) входять два компоненти хвильового числа, тож для більш повного опису СХ необхідно встановити зв'язок між цими компонентами. В загальному випадку для цього необхідно використати граничні умови для намагніченості та магнітного поля. Зауважимо, проте, що товщина типових нанотрубок має однаковий порядок з характерною довжиною обмінної взаємодії l_{ex} . Таким чином, типовим є випадок, коли товщина «вільного» шару менша за обмінну

довжину, так що радіальною залежністю потенціалу можна знехтувати, поклавши $k_{\perp}=0$, $k=k_{\parallel}$. В такому випадку закон дисперсії (5) для $k \neq 0$ спроститься наступним чином:

$$\omega = \gamma M_0 \left(\alpha k^2 + \beta + \frac{H^{(e)}}{M_0} \right) m \kappa \alpha_G + i \left(\alpha_G \gamma M_0 \left(\alpha k^2 + \beta + \frac{H^{(e)}}{M_0} \right) \pm \kappa \right). \quad (6)$$

Для наносистеми більшого перерізу відповідна мода також існує, але є тільки однією з можливих.

Згасання або наростання спінової хвилі визначаються уявною частиною частоти. Отже, проаналізуємо уявну частину частоти, заданої законом дисперсії (6) за різних значень струму. Як можна бачити, за умови від'ємного струму ($J < 0$) при $|k| > \alpha_G \gamma M_0 \left(\alpha k^2 + \beta + H^{(e)} / M_0 \right)$, тобто за умови

$$|J| > J_{cr} = \frac{e \alpha_G M_0^2}{2e\hbar} D(\exp(u_2) - \exp(u_1)) \left(\alpha k^2 + \beta + \frac{H^{(e)}}{M_0} \right), \quad (7)$$

де J_{cr} – критичне значення струму, амплітуда спінової хвилі буде зростати, так що має місце генерація хвилі. За $J = -J_{cr}$ спінова хвиля буде само підтримуючою (і не буде ні наростати, ні згасати з часом), а за $J < 0$, $|J| < J_{cr}$ процеси дисипації будуть домінувати над процесами генерації, але спін-поляризований струм буде послаблювати згасання. За $J > 0$ наявність спін-поляризованого струму, навпаки, буде підсилювати згасання спінової хвилі. Аналогічна картина буде спостерігатись і за можливої наявності поперечних спінових збуджень, при цьому критичне значення густини струму дорівнює

$$J_{cr} = \frac{e \alpha_G M_0^2}{2e\mu_B} d(\exp(u_2) - \exp(u_1)) \left(\alpha k^2 + 2\pi \frac{k_{\perp}^2}{k^2} + \beta + \frac{H^{(e)}}{M_0} \right). \quad (8)$$

Отже, для СХ у досліджуваній нанотрубці з'являється «ефективна дисипація», що залежить від величини та напрямку спін-поляризованого струму.

Зробимо числові оцінки для величини критичного струму. Для типових значень параметрів феромагнетика $\beta=1$, $\alpha=10^{-12}$ см², $\gamma=10^7$ Гц/Гс, $M_0=10^3$ Гс та товщини нанотрубки (порядку одиниць нанометрів) значення критичного струму, обчисленого за формулами (7), (8), складає від $3 \cdot 10^6$ А/см² до $3 \cdot 10^7$ А/см². Отримане значення відповідає типовому критичному струму для експериментів з тонкими феромагнітними плівками⁸. Типові

8 Rippard W. H., Pufall M. R., Kaka S., Russek S. E., Silva T. J. Direct-current induced dynamics in Co90Fe10/N i80F e20 point contacts. *Physical Review Letters*. 2004. Vol.92. 027201.

значення густин струму у відповідних експериментах становлять 10^7 - 10^8 А/см², так що отримана вище умова генерації $|J| > J_{cr}$ може бути реалізована експериментально.

Дослідимо залежність частоти спінової хвилі ω від величин, що входять у отриманий закон дисперсії (6). Залежність $\text{Re}\omega$ від хвильового числа k є близькою до параболічної, див. рис.2 (графік побудовано для наведених вище значень параметрів феромагнетика). Параболічна залежність спостерігається і для $\text{Im}\omega$. Залежність $\text{Re}\omega$ від сталої згасання α_G можна вважати нехтовною. Для $\text{Im}\omega$, навпаки, ця залежність буде визначною та близькою до лінійної, див. рис. 3. Графік побудовано для більш точного, ніж у співвідношення (6), вигляду уявної частини частоти:

$$\text{Im}\omega = \frac{1}{1 + \alpha_G^2} \left(\alpha_G \gamma M_0 \left(\alpha k^2 + \beta + \frac{H^{(e)}}{M_0} \right) \pm \kappa \right). \quad (9)$$

Джерело: дослідження автора.

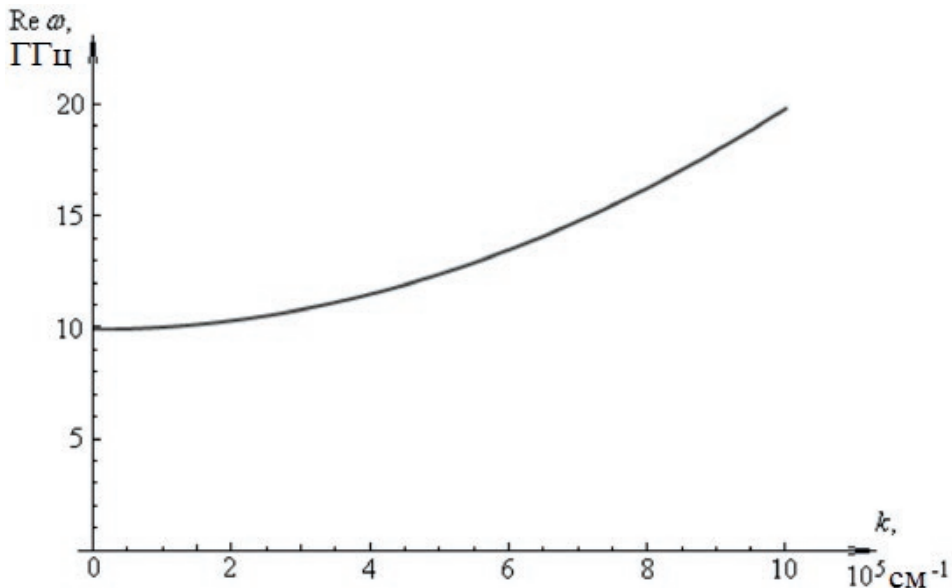


Рис. 2. Залежність $\text{Re}\omega(k)$ для типових значень параметрів «вільного» шару за відсутності спин-поляризованого струму

Залежність відношення уявної частини частоти, що відповідає за дисипацію, до дійсної від густини спин-поляризованого струму для граничних значень хвильового числа наведено на рис. 3.

Джерело: дослідження автора

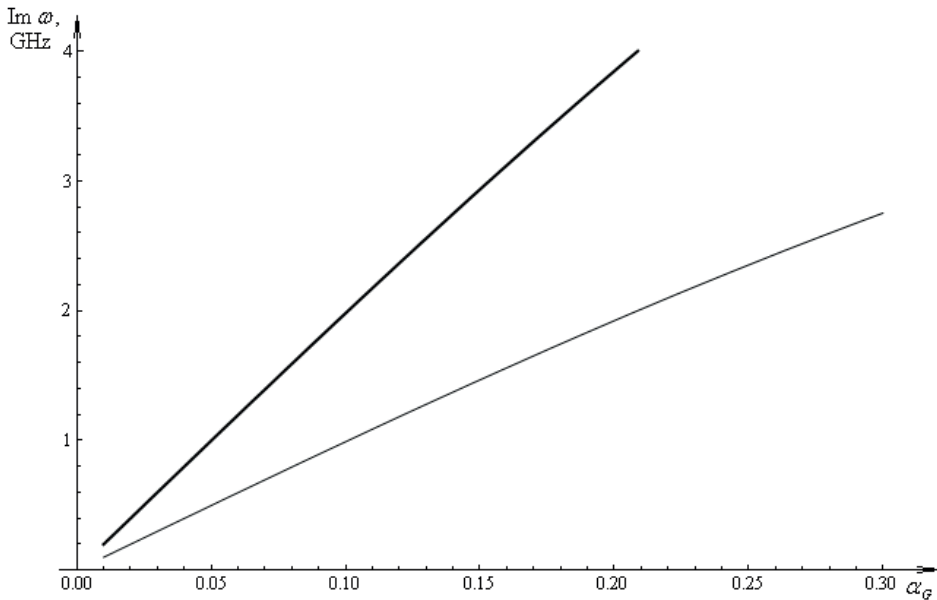


Рис. 3. Залежність $\text{Im}\omega(\alpha_G)$ для типових значень параметрів «вільного» шару за відсутності спін-поляризованого струму. Тонка лінія представляє залежність для $k=10^2 \text{ см}^{-1}$, товста – для $k=10^6 \text{ см}^{-1}$.

Джерело: дослідження автора.

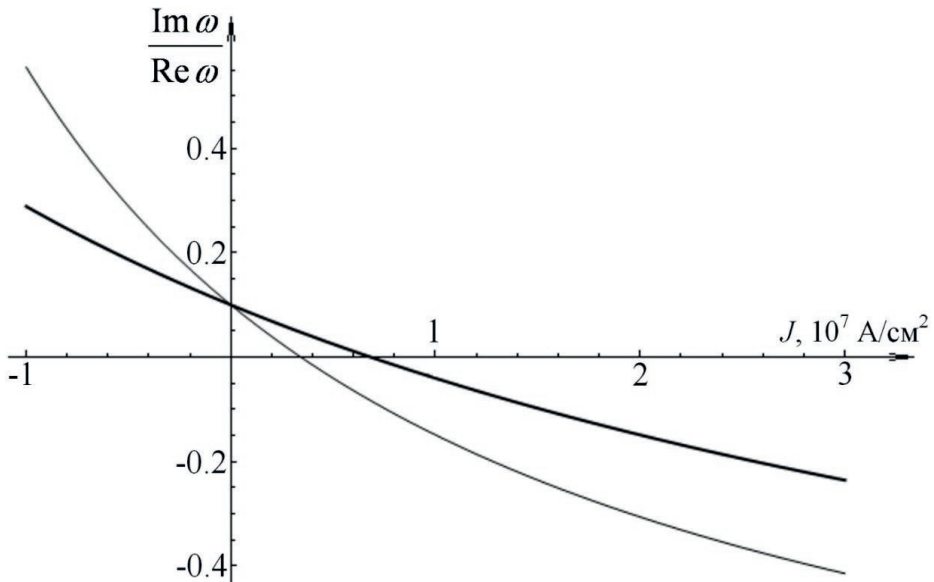


Рис. 4. Залежність $\text{Im}\omega/\text{Re}\omega$ від густини J спін-поляризованого струму для типових значень параметрів нанотрубки. Тонка лінія представляє залежність для $k=10^2 \text{ см}^{-1}$, товста – для $k=10^6 \text{ см}^{-1}$

Зазначені граничні значення хвильового числа обумовлені тим, що довжина SX обмежена, з одного боку, розмірами нанотрубки, з іншого – обмінною довжиною.

Якщо поперечні розміри «вільного» шару не є досить малими для того, щоб можна було вважати $k_{\perp}=0$, закон дисперсії (5), взагалі, має бути доповненими співвідношеннями між поперечним та поздовжнім хвильовим числом. Для знаходження такого співвідношення в загальному випадку потрібно розв'язати рівняння для магнітного потенціалу у «вільному» шарі та у зовнішньому просторі, після чого зшити ці розв'язки з використанням граничних умов для магнітного потенціалу. Оскільки струм в системі вважається постійним, а магнітне поле хвилі є змінним, наявність спін-поляризованого струму та магнітного поля, що генерується ним, не вплине на результат. Умови зшивання, відповідно, записуються для поля хвилі окремо і не відрізняються від відповідних умов для наносистеми аналогічних конфігурацій без спін-поляризованого струму.

З загальнофізичних міркувань витікає, що спектр значень поперечних хвильових чисел для тонкої нанотрубки з невеликим ексцентриситетом перерізу має бути близьким до одновимірного: $k_{\perp}=\pi s/d$, де s – ціле число, номер поперечної моди. Більш точний вигляд спектру k_{\perp} та k_{\parallel} можна отримати за відсутності струму ($\kappa=0$) та «фіксованого» феромагнітного шару у випадку, коли «вільний» феромагнітний шар, який ми розглядаємо, обмежено металевими немагнітними поверхнями (причому провідність металу є достатньо високою, так що при записі граничних умов ми можемо вважати її ідеальною). В цьому випадку гранична умова зводиться до умови обнулення нормальної похідної магнітного потенціалу на поверхні феромагнетика: $\nabla\Phi\vec{n}_0 = 0$, де \vec{n}_0 – орт нормалі до поверхні розділу. Записуючи $\Phi = F(u, v, k_{\perp}) \exp(i(k_{\parallel}z - \omega t))$, отримуємо звідси два класи розв'язків:

$$\begin{cases} F(u, v, k_{\perp}) = C_1 Ce_m \left(u, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right) ce_m \left(v, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right), & Ce'_m \left(u_1, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right) = Ce'_m \left(u_2, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right) = 0 \\ F(u, v, k_{\perp}) = C_2 Se_m \left(u, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right) se_m \left(v, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right), & Se'_m \left(u_1, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right) = Se'_m \left(u_2, \frac{k_{\perp}^2 d^2}{16} \right) = 0 \end{cases} \quad (10)$$

Система (10) і визначає шуканий спектр.

Таким чином, в даному розділі теоретично досліджено магнітні спін-хвильові властивості нанотрубки еліптичного перерізу за наявності спін-

поляризованого струму. Для дипольно-обмінних СХ у такій наносистемі знайдено закон дисперсії, що переходить у зв'язок між частотою та поздовжнім хвильовим числом за відсутності поперечних спінових збуджень. Показано, що відповідна залежність як для дійсної, так і для уявної частини частоти близька до параболічної, а залежність уявної частини частоти від сталої згасання близька до лінійної. Показано, що наявність спін-поляризованого струму може як підсилювати, так і послаблювати ефективну дисипацію спінової хвилі залежно від напрямку спін-поляризованого струму, а також (за досить великих значень струму) призводити до генерації спінової хвилі. Знайдено умову підсилення та послаблення ефективної дисипації, а також умову генерації спінових хвиль. Знайдено спектр значень поперечного хвильового числа (наближено з загальнофізичних міркувань та більш точний вираз за відсутності спін-поляризованого струму).

БОБРОВНИК Світлана,

доктор юридичних наук, професор,
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0000-0002-9225-8871

ЮРИДИЧНА НАУКА І ОСВІТА В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ

Розвиток сучасного суспільства та необхідність подолання викликів, що перед ним постають, обумовлюють необхідність вдосконалення правової сфери життєдіяльності суспільства, що, у свою чергу, ставить нові завдання перед юридичною наукою і освітньою діяльністю. Адже солідна наукова основа здійснюваних реформ є запорукою їх успішності, а виважена програма підготовки правників забезпечить ефективну правотворчу та правозастосовчу діяльність.

Розпочнемо з аналізу тих проблем, що постають перед сучасною юридичною наукою і таким її фундаментальним спрямуванням як теорія права, представником якої є автор цієї публікації. Насамперед, торкаємося проблем предметного спрямування та функціонального призначення теорії.

Зміни предметного і методологічного характеру обумовлюють зміни функціонального призначення загальнотеоретичної науки, що полягають у зміні парадигми функцій теорії, їх спрямуванні на з'ясування соціального призначення державно-правових категорій, збільшенні значення методологічної функції теорії та її ролі як засобу формування професійних знань.

За незмінності класичного підходу до сприйняття *загальних закономірностей виникнення, функціонування та розвитку держави* права як основи предмету теорії права та держави, важливого значення в процесі виокремлення цих закономірностей належить теоріям, поглядам і концепціям, які відображають досягнення правової доктрини, динамічні процеси суспільного розвитку та видозміни державно-правових явищ. Рі-

вень розвитку суспільства, конкретно-історичні умови його функціонування; ступінь розвитку суспільної свідомості, культури та ідеології; відкритість соціальної системи для демократичних інституцій змінюють уявлення про державу і право, характер їх взаємозалежності та взаємодії, їх місце і роль в житті сучасного суспільства та значення у забезпеченні природних прав і свобод людини.

Значні зміни характеризують і методологічну основу пізнання державно-правових явищ, що відображаються у підвищенні ролі філософських підходів, що визначають напрям пізнання забезпечують його єдність, формують уявлення про загальну орієнтацію наукового дослідження; впровадженні системи принципів наукового пізнання як вимог теоретичних наукових досліджень, що відображають пізнавальну роль загальнотеоретичної науки; розширенні спектру загальнонаукових методів як засобів взаємодії та взаємовпливу різноманітних наук та спеціальнонаукових прийомів дослідження, що пов'язується з підвищенням ролі загальної теорії в процесі наукової юридичної діяльності.

Функціональне призначення загальнотеоретичної науки змінюється під впливом системи об'єктивних і суб'єктивних факторів. Функції теорії права можуть бути визначені як напрямки науково-пізнавальної та навчальної діяльності, що характеризують сутність, зміст та призначення теорії як суспільної, юридичної, загальнотеоретичної науки. В системі функцій теорії розрізняють загальні функції, притаманні всім суспільним наукам і юридичним як їх різновиду та спеціальні функції теорії права, що відображають специфіку її предмета та наукового статусу. Зміни парадигми функціонального призначення теорії полягають у дослідженні держави і права як партнерів суспільства і особи, як засобів реалізації загальносоціальних функцій та гарантування верховенства права.

Важливим напрямком досліджень є їх антропологічне спрямування. Одним із напрямків антропологічного розвитку права є відображення ролі людини у сучасному правопізнанні. Принагідно зазначити, що сучасна юридична наука акцентує увагу на таких типах правопізнання як природно-правовий, позитивізм, соціологічний і абсолютно новітній, який має назву антрополого-комунікативний. Визначимо, яким саме чином ці типи в сучасній інтерпретації пов'язані з людським виміром.

Сучасна наука визначає потребу у формуванні наукового підходу до правопізнання, який би міг органічно інтегрувати феномен людини та формально-логічний підхід, які реалізуються в межах правового упорядкування та впливу. Можливо виокремити декілька чинників, що зумовлюють необхідність антропологічного правопізнання. По-перше, необхідність модернізації моделі взаємовідносин «суспільство-державалюдина», де повинно прийти усвідомлення їх партнерської взаємодії в процесі функціонування в людському середовищі та вирішення спільних завдань. По-друге, необхідність модернізації правового забезпечення людської комунікації на засадах правового компромісу та стимулювання. По-третє, важливість синтезу індивідуального та соціального аспектів права. Індивідуальне забезпечується антропологічним аспектом права шляхом відображення орієнтаційної та духовної складових суб'єкта, а соціальне завдяки усвідомленню правової взаємодії цих суб'єктів. По-четверте, біполярність соціального буття, що пов'язується із наявністю правомірного та протиправного; конфліктного і компромісного обумовлює необхідність пізнання індивідуальних чинників, що впливають на поведінку суб'єкта та її динаміку.

Створення незалежної, демократичної, правової, соціальної держави в Україні вимагає формування досконалої законодавчої бази та механізму держави відповідно до рівня розвитку суспільних відносин, а також інтересів держави, суспільства і громадянина. Правомірним буде зробити висновок про те, що підґрунтям для ефективного розвитку законодавчої бази та механізму держави є забезпеченість принципу верховенства права, який дає змогу як створити досконалий механізм оновлення законодавчої бази, так і забезпечити відповідність діяльності елементів механізму держави вимогам правових норм.

Феномен верховенства права потребує подальшого наукового осмислення у вітчизняній юридичній науці в контексті загальної трансформації суспільства, що вимагає вироблення єдиних концептуальних засад щодо сутності, змісту, значення і шляхів удосконалення вказаного інституту. Особливого значення цей принцип має для розвитку правової системи.

Становлення сучасної правової системи зумовлює необхідність вирішення значного кола проблем, подолання яких забезпечить необхідні умови формування в Україні правової системи, націленої на гарантування

та захист прав людини. Одним із таких завдань, що має як наукове, так і практичне значення, є забезпечення непротивічності системи законодавства як необхідної складової, нормативної основи правової системи. Як відомо, непротивічність законодавства досягається багатьма шляхами. Основними з них, на нашу думку, є:

- відповідність законодавства об'єктивним умовам життєдіяльності суспільства;
- узгодженість актів вищої юридичної сили;
- конкретизація законодавчих актів підзаконними;
- відповідність форми та змісту акта;
- чітка ієрархічна підпорядкованість актів як у межах системи законодавства, так і в межах його галузі;
- визначення найоптимальніших шляхів співвідношення системи права та системи законодавства;
- чітке визначення ознак системності законодавства та співвідношення його основних структур;
- визначення шляхів оптимізації законодавства та його гармонізації з нормами та принципами міжнародного права;
- визначення найоптимальніших форм систематизації як діяльності, основною метою якої є забезпечення узгодженості та непротивічності законодавства як системного утворення.

Дослідження означених вище проблем на доктринальному рівні сприятиме не лише розвитку та вдосконаленню загальнотеоретичної науки, і а формуванню солідної наукової основи здійснюваних реформ.

Важливим напрямком розвитку сучасної *вищої юридичної освіти* є її реформування. Його метою є підвищення ефективності підготовки правників. Однак, процес реформування і обумовлюється, і породжує ряд негативних тенденцій, які ми можемо класифікувати на нормативні, організаційні та кваліфікаційні.

Нормативні пов'язуються з недоліками правового регулювання процесу підготовки правників. Його нормативну основу складають Закон України «Про вищу освіту», проекти Закону України «Про юридичну (правничу) освіту і загальний доступ до правничої професії (28.09.2017 р.)¹

¹ Про юридичну (правничу) освіту і загальний доступ до правничої професії: проект Закону №7147 від 28.09.2017. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/p/s/zweb2/webproc4_1?pt3511=62613

, проєкт Закону України «Про юридичну освіту та «юридичну (правничу) професію» (17.10.2017 р.)², Стандарт вищої освіти зі спеціальності 081 Право для другого (магістерського) рівня освіти³, Концепція розвитку юридичної освіти (06.11.2020 р. та 29.03.2021 р.) та Концепція реформування юридичної освіти⁴.

Аналіз цих документів визначає правомірність висновку про те, що не дивлячись на те, що ще у 2016 р. було створено робочу групу з розроблення Концепції розвитку юридичної освіти в Україні, прийняті у 2020 та 2021 рр. Концепції мають протирічний характер. При чому ці концепції були розміщені на сайтах МОН України та Мінюсту України та мали суттєво протирічний зміст, що засвідчує відсутність єдиної державно виваженої програми розвитку вищої юридичної освіти, адже одна з концепцій передбачала ступеневу освіту через бакалаврат до магістратури, інша – наскрізну магістратуру; різним був визначений статус спеціальності «Міжнародне право».

Не стали кращими справи із прийняттям магістерського стандарту, адже у ЗВО був час лише з кінця липня до початку вересня (не забуваємо, що це був відпускний період) для впровадження цього стандарту, а це було нелегко. Був потрібен час на розробку проєкту опису освітньої програми, її обговорення, врахування думки стейкхолдерів та їх зауважень, розробки робочих навчальних планів та програм.

Основним шляхом реформування юридичної освіти, на нашу думку, стало б прийняття спеціального закону, що забезпечив би єдність правового регулювання на законодавчому рівні. Однак і ті проєкти закону, що були запропоновані, теж мали досить протирічний зміст і з 2017 року жоден з них так і не був прийнятий.

Організаційні тенденції розвитку вищої юридичної освіти пов'язуються з чіткою організацією освітнього процесу, закріпленням механізму реалізації підготовки правників, врахування інтересів стейкхолдерів у процесі навчання забезпечення реального поєднання освітньої і наукової діяльності здобувачів освіти та викладачів, доступність вищої

2 Про юридичну освіту та юридичну (правничу) професію: проєкт Закону №7147 від 17.10.2017. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/p/s/zweb2/webproc4_1?pt3511=62728

3 Наказ Міністерства освіти та науки України № 643 від 20.07.2022 р. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishaozvita/ztverzeni%20standarty/2022/07/21/081-pravo-magistr-zizminami-643-20032023.pdf>

4 Концепція реформування юридичної освіти. URL: <https://minjust.gov.ua/m/proekt-kontseptsii-reformuvannya-yuridichnoi-osviti>

юридичної освіти, неупереджене проведення процесу акредитації освітньої програми.

Звичайно, підготовка правників повинна бути узгодженою з вимогами Болонського процесу, який пов'язує здобуття вищої освіти зі ступеневою підготовкою. При цьому потрібно зазначити, що іноземні держави здійснюють підготовку правників як за наскрізною, так і за ступеневою системою. Слід погодитися із думкою М. Мочульської про те, що сліпо копіювати систему освіти якоїсь з держав є невиправданим, оскільки в Україні вона повинна базуватися на національних особливостях та враховувати інтереси стейкхолдерів⁵. Однак, саме врахування інтересів стейкхолдерів є досить складним процесом, оскільки вони є досить різноманітними і навіть протилежними. Адже студенти прагнуть набуття знань та формування навичок наукової діяльності, роботодавці ж прагнуть підготовки практико-орієнтованого випускника (тому їх пропозиції до опису освітньої програми, як правило, зводяться до збільшення годин на практику студентів), ЗВО прагне реалізувати потенціал викладачів та практично втілити їх наукові надбання, а здобувачі освіти мають на меті отримати різнобічні навички, реалізувати їх на практиці у престижних компаніях та бути витребуваними і на європейському ринку праці. Не зовсім зрозумілим є і державний «подарунок» студентам-бюджетникам, який не потрібно повертати державі роботою за розподілом. В результаті місцеві суди та правоохоронні органи потерпають від недокомплектованості кадрами вищої кваліфікації, а ми говоримо все частіше про перевищення попиту в юристах.

Ще одна важлива проблема, яка не сприяє якісному рівню підготовки юристів – значна кількість закладів, які мають відповідні ліцензії. Звичайно ж вони були неймовірно «розплоджені» державою як результат невиваженої політики, що надала можливість «готувати» юристів і технічним, і сільськогосподарським, і медичним, і транспортним закладам, де відсутні професійні викладацькі кадри і де або ж одним викладачем забезпечується читання 5-6 дисциплін, або ж викладання забезпечується погодинниками, які не зацікавлені в якісному забезпеченні навчального процесу. Великі надії у забезпеченні якості освіти покладаються на акре-

5 арта Мочульська Реформа вищої правничої освіти в Україні: куди далі?/Український часопис конституційного права. 2023.№3. С. 79-87. С. 83.

дитаційні процеси, які забезпечуються досить серйозними експертами-представниками різних ЗВО. Однак, не дивлячись на те, що в умовах воєнного стану закладам освіти надана можливість відкласти акредитаційне проходження освітніх програм, дистанційний формат проведення акредитаційної експертизи не скоротив кількості закладів та освітніх програм підготовки правників. Особливу увагу необхідно приділяти діяльності відомчих закладів, які повинні готувати спеціалістів для відповідних галузей та враховувати їх специфіку. Навряд чи виправданим є те, що одні і ті ж викладачі відомчих структур готують спеціалістів для певної сфери і одночасно на платній основі здійснюють підготовку правознавців-юристів.

Нарешті, *кваліфікаційні проблеми* пов'язуються з формуванням правничих шкіл, ступеневою підготовкою юристів та особливостями сучасного навчального процесу. Як викладач із значним досвідом підготовки правників зазначу, що суттєве зменшення аудиторного навантаження та збільшення часу самостійної підготовки здобувачів освіти не сприяють підвищенню якості освітньої діяльності. Адже для викладача в процесі навчання важливе спілкування із здобувачами освіти, та і для них є важливим спілкування та набуття навичок *soft-skills*, що є досить складним в процесі самостійної роботи.

Ще однією важливою проблемою у сфері підготовки правників є *доступ до правничої професії*, особливо в умовах воєнного стану. Вважаємо, що важливим є запровадження наскрізної магістратури у сфері підготовки правників. Вона не повинна залежати ні від обраної правничої професії (адже ми готуємо окремо суддів, прокурорських працівників, юрисконсультів і т. п., а випускників спеціальності 081 «Право»), ні від місця перебування студента (в Україні чи за її межами), ні від закладу освіти, що надає освітні послуги. Завдяки запровадженню наскрізної магістерської підготовки ми могли б подолати множинність існуючих закладів освіти, де студенти здобувають в основному бакалаврську освіту, а до магістратури вступають до провідних вузів.

Не сприяє підвищенню ефективності надання освітніх послуг і наявність двох зовнішніх оцінювань у формі ЄФВВ та ЄДКІ при вступі та випуску з магістратури. В цьому плані ми маємо невинуваті труднощі, пов'язані з неможливістю складання цих іспитів здобувачами освіти,

які знаходяться за кордоном; невідповідність програми ЄДКІ існуючому Стандарту вищої освіти; наявність тем, що вивчались на бакалаврському освітньому ступені; низька якість та неоднозначність формулювань завдань. І тут ми маємо значну протирічність освітньої політики. З одного боку, ЗВО мають широкі самоврядовні повноваження, повинні апробувати результати діяльності наукових шкіл; формують предмети, що обираються студентами. З іншого – програма ЄДКІ не передбачає значну питому вагу завдань з міжнародного права, яке вивчалось на бакалаврському ОС, та завдання з дисциплін ЗВО, представниками яких вони розроблялися. На нашу думку, основними шляхами підготовки магістрів та розробки програми ЄДКІ відповідно до Стандарту вищої освіти другого (магістерського) рівня освіти.

Висновки: Розвиток загальнотеоретичної юридичної науки потребує суттєвого переосмислення її предметного поля та функціонального призначення.

Важливими проблемами, що потребують наукового обґрунтування є з'ясування ролі людини у правопізнанні, змісту верховенства права, обґрунтування шляхів забезпечення несуперечливості законодавства.

Реформування вищої юридичної освіти потребує врахування інтересів не лише держави, а і інших стейкхолдерів.

Освітня реформа потребує виваженої державної політики, випрацювання єдиного плану дій та визначення покрокової їх реалізації, нормативного регулювання на законодавчому рівні.

Дослідження можливості впровадження наскрізної підготовки правників із збереженням єдиного державного кваліфікаційного іспиту та приведенням його вимог до Стандарту вищої освіти.

Збереження унікальності та особливостей провідних ЗВО з одночасним забезпеченням підготовки практично-орієнтованого та науково-розвиненого правника, здатного приймати відповідальні рішення в межах правового закону.

ВАРИЧ Ольга Григорівна,

кандидат юридичних наук, доцент,

доцент кафедри теорії та історії права та держави

Навчально-наукового інституту права

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

ORCID ID: 0000-0003-0289-4039

Україна

МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ПРАВА НА ОСВІТУ В ПЕРІОД ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ ТА ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ

У статті досліджуються деякі міжнародні та національні механізми захисту права на освіту в період глобальних криз та військових конфліктів. На основі міжнародних та національних нормативно-правових актів з'ясовується місце права на освіту в суцільній системі прав людини, виокремлюються напрями діяльності держави та інших суб'єктів, що спрямовуються на захист такого права.

Сучасний етап розвитку суспільства, права та держави в епоху глобальних криз та військових конфліктів потребує особливого ставлення до механізму захисту прав людини та громадянина. Тому основним завданням держави є створення відповідного належного правового інструментарію, що дозволяє в повній мірі забезпечити дотримання закріплених на нормативному рівні прав людини.

Особливим у суцільній системі прав людини виступає конституційно закріплене право на освіту як одне з основних прав людини оскільки саме воно здатне сформувати і встановити визначальні передумови розвитку як окремої особистості, так і всього суспільства. Саме тому право на освіту можливо розглядати як встановлену та закріплену на національному та міжнародному рівнях міру можливої поведінки суб'єкта, яка здатна сформувати знання, вміння, навички, погляди переконання, досвід окремої особистості, що в цілому в значній мірі впливає на формування відповідних цінностей всього суспільства.

Окрім того, що право на освіту є невід'ємним, загальним, постійним правом воно ще і гарантується державою. Саме це означає, що повинен існувати механізм його забезпечення та захисту, підґрунтям якого

виступають як національні, так і міжнародні нормативно-правові акти. Таким чином, можливо виокремити міжнародно-правові та національні механізми захисту права на освіту.

Нормативною складовою існування міжнародних механізмів захисту права на освіту виступають наступні нормативно-правові акти: Загальна декларація прав людини від 10.12.1948 р., Конвенція з подолання дискримінації в освіті від 14.12.1960 р., Міжнародний пакт про економічні, соціальні і культурні права 1966 р., Конвенція про права дитини 1989 р. Нормативною основою існування національних механізмів захисту права на освіту виступають наступні нормативно-правові акти: Конституція України, Закон України «Про Уповноваженого Верховної Ради України», Закон України «Про освіту», Закон України «Про вищу освіту», Закон України «Про повну загальну середню освіту», Закон України «Про дошкільну освіту», Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки» від 23.02.2022 тощо.

Теоретичну основу статті складають роботи: Мельничук О.Ф. «Конституційно-правове забезпечення права на освіту в Україні в контексті європейського досвіду»¹, Лубінця Д. Право на освіту в умовах війни: між навчанням та безпекою², Невари Л. «Міжнародні механізми забезпечення права на освіту»³, Кузніченко О.В., Ільченко М. Конституційне право на освіту та його захист в умовах євроінтеграції⁴ тощо.

Методологія наукового пізнання дозволяє забезпечити істинність, об'єктивність, всебічність та всесторонність такого дослідження. З урахуванням специфіки наукового дослідження важливе місце в методології цієї роботи займають антропологічний підхід до пізнання механізмів захисту права на освіту, що має перспективний характер, оскільки надає змогу охарактеризувати досліджуване явище як особливе виявлення ко-

1 Мельничук О.Ф. Конституційно-правове забезпечення права на освіту в Україні в контексті європейського досвіду Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора юридичних наук за спеціальністю 12.00.02 – конституційне право; муніципальне право. Інститут держави і права ім. В. М. Корецького НАН України, Київ, 2015. 459 с.

2 Лубінець Д. Право на освіту в умовах війни: між навчанням та безпекою. URL: https://lb.ua/blog/dmytro_lubynets/579376_pravo_osvitu_umovah_viyuni_mizh.html (дата звернення: 10.11.2023).

3 Невари Л. Міжнародні механізми забезпечення і захисту права на освіту. Український часопис міжнародного права. Міжнародне право захисту прав людини. Київ, 2016. №2-С.83-86.

4 Кузніченко О.В., Ільченко М. Конституційне право на освіту та його захист в умовах євроінтеграції. Південноукраїнський правничий часопис. Проблеми становлення правової демократичної держави. Одеса, 2023. №1-С.29-35.

мунікативного зв'язку між державою та людиною, основу якого становлять сутність і природа людини. Перевагами такого методологічного підходу є визнання первинності та пріоритетності людини як соціальної істоти та суб'єкта права, які мають бути враховані та відображені у механізмі захисту права на освіту.

Повноцінне забезпечення права на освіту залежить від багатьох чинників, зокрема й від змісту принципів та норм права, від досконалості освітнього законодавства як домінуючої форми зовнішнього виразу норм права романо-германської правової системи⁵.

Важливим нормативним підґрунтям міжнародно-правових механізмів захисту права на освіту виступає Загальна декларація прав людини від 10.12.1948 року оскільки саме цей нормативно-правовий акт вперше юридично закріпив право на освіту та встановив важливий постулат щодо загальності освіти – «Кожна людина має право на світу» (стаття 26)⁶. Разом з тим, Загальна декларація прав людини встановили визначальну мету освіти у світовому масштабі: «Освіта повинна бути спрямована на повний розвиток людської особи і збільшення поваги до прав людини і основних свобод. Освіта повинна сприяти взаєморозумінню, терпимості і дружбі між усіма народами, расовими або релігійними групами і повинна сприяти діяльності Організації Об'єднаних Націй по підтриманню миру».

Окрім Загальної декларації прав людини міжнародні механізми захисту права на освіту передбачені Конвенцією з подолання дискримінації в галузі освіти від 14.12.1960 (далі – Конвенція). Статтями 1–4 Конвенції передбачені положення, що сприяють належній реалізації права на освіту. По-перше, Конвенцією закріплено недопущення дискримінації у галузі освіти за певними особливостями (виокремлення, виключення, обмеження чи надання переваги за ознаками раси, кольору шкіри, статі, мови, релігії, політичних чи інших переконань, національного чи соціального походження, економічного стану чи народження, що має на меті або є наслідком знищення або порушення рівності в освіті). В

5 Мельничук О.Ф. Конституційно-правове забезпечення права на освіту в Україні в контексті європейського досвіду Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора юридичних наук за спеціальністю 12.00.02 – конституційне право; муніципальне право. Інститут держави і права ім. В. М. Корецького НАН України, Київ, 2015. С.180.

6 Загальна декларація прав людини: Прийнята і проголошена резолюцією 217 А (III) Генеральної Асамблеї ООН від 10 грудня 1948 року // База даних «Законодавство України» URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_015#Text

цьому напрямку Конвенція закріпила чіткі механізми забезпечення реалізації означених положень шляхом встановлення у статті 3 відповідних зобов'язань для держав-учасниць: а) скасувати всі законодавчі положення та адміністративні інструкції та припинити будь-яку адміністративну практику дискримінаційного характеру в галузі освіти; б) законодавчо забезпечити відсутність дискримінації під час прийому учнів до закладів освіти; в) не допускати жодних відмінностей у ставленні державних органів до громадян у питаннях оплати навчання, надання стипендій чи інших форм допомоги, а також необхідних дозволів і умов для здійснення навчання в зарубіжних країнах, за винятком відмінностей у заслугах або потребах учнів; г) при будь-якій формі державної допомоги, що надається закладам освіти, не допускати жодних обмежень чи переваг виключно на підставі належності учнів до певної групи; ґ) надавати іноземним громадянам, які проживають на їхній території, такий самий доступ до освіти, як і їхнім власним громадянам⁷.

По-друге, Конвенцією закріплено недопущення позбавлення осіб права на отримання освіти будь-якого рівня та типу, вільний доступ до належного рівня освіти. Реалізація цих положень можлива завдяки закріпленому Конвенцією відповідного механізму. Так, в цьому напрямку, держави-учасниці зобов'язуються: а) зробити початкову освіту безкоштовною та обов'язковою; зробити середню освіту в її різних формах досяжною та доступною для всіх; зробити вищу освіту однаково доступною для всіх на основі індивідуальних можливостей; забезпечувати дотримання передбаченого законом обов'язку відвідувати навчання; б) забезпечити однакові освітні стандарти у всіх державних освітніх установах одного рівня, а також рівні умови якості наданої освіти; в) заохочувати та інтенсифікувати відповідними методами навчання осіб, які не здобули початкову освіту або не завершили її повний курс, та продовження їх навчання на основі індивідуальних здібностей⁸.

В цьому напрямку, з урахуванням зазначених вище положень міжнародно-правових документів Конституційний суд України у рішенні від

7 Конвенція з подолання дискримінації в освіті: прийнята Генеральною конференцією Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури від 14 грудня 1960 // База даних «Законодавство України» URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_174#Text

8 Конвенція з подолання дискримінації в освіті: прийнята Генеральною конференцією Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури від 14 грудня 1960 // База даних «Законодавство України» URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_174#Text

12 квітня 2012 р. № 9-рп/2012 зазначив, що рівність та недопустимість дискримінації особи є не тільки конституційними принципами національної юридичної системи України, а й фундаментальними цінностями світового співтовариства⁹.

Разом з тим, міжнародні механізми захисту права на освіту тісно «співпрацюють» з національними. Так, Конституція України чітко встановлює обов'язок держави щодо необхідності забезпечення доступності і безоплатності дошкільної, повної загальної середньої, професійно-технічної, вищої освіти в державних і комунальних навчальних закладах; розвитку дошкільної, повної загальної середньої, позашкільної, професійно-технічної, вищої і післядипломної освіти, різних форм навчання; надання державних стипендій та пільг учням і студентам¹⁰. Нормативне закріплення на національному рівні означеної гарантії безумовно сприяє: загальнодоступності освіти, встановлює обов'язок людини отримати повну загальну середню освіту, можливості здобуття освіти у різних формах. Втім, гарантії реалізації права людини на освіту є з одного боку похідними від фундаментальних конституційних прав людини (права на життя, на вільний розвиток людини, свободи творчості), а з іншого виступають механізмом, який здатний забезпечити реалізацію цих фундаментальних прав.

Слід зазначити, оскільки Україна є кандидатом у членство в Європейський Союз, то досить велика увага приділяється інтеграції вищої освіти у європейський простір. Тому, для повноцінної реалізації механізму захисту права на освіту, адаптація національного законодавства до європейського є вельми актуальною. В цьому напрямку найбільш важливою є Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, де в статті 431 глави 23 визначено курс на активізацію співпраці в галузі вищої освіти, спрямованої на реформування та модернізацію системи вищої освіти, підвищення її якості та важливості, зближення систем вищої освіти в рамках Болонського процесу¹¹.

9 Рішення Конституційного Суду України від 12 квітня 2012 року // База «Законодавство України» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v009p710-12#Text>

10 Конституція України від 28 червня 1996 року // База даних «Законодавство України» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>

11 Кузніченко О.В., Ільченко М. Конституційне право на освіту та його захист в умовах євроінтеграції. Південноукраїнський правничий часопис. Проблеми становлення правової демократичної держави. Одеса, 2023. №1-С.29.

Важливе місце в механізмі захисту права на освіту займає діяльність Європейського суду з прав людини як унікальної міжнародної організації, що забезпечує неухильне дотримання і виконання норм Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод від 4 листопада 1950 року та, яка ратифікована Україною 17 липня 1997 року. Рішення Європейського суду з прав людини у цій сфері стосуються різних аспектів освітнього процесу, зокрема мови викладання, відсутності дискримінації, поваги до релігійних і світоглядних переконань тощо. Важливо, що Європейський суд з прав людини не прагне до уніфікації освітнього законодавства різних країн. Розглядаючи кожну справу, він враховує конкретні умови, за яких має бути реалізоване право на освіту, що й робить напрацьований ним досвід завжди актуальним та необхідним для вивчення¹². Так, впродовж 2023 року (станом на травень 2023 року) Європейський суд з прав людини розглянув дві справи щодо порушення права на освіту. Справа *Telek and others v. Turkiye* №66763/17, 66767/17, 15891/18 (порушення статті 2 Першого протоколу до Конвенції – порушення права на продовження заявниками навчання в докторантурі в іноземних університетах) та справа *Szolcsan v. Hungary* №24408/16 (порушення статті 2 Першого протоколу до Конвенції – порушення права на освіту без дискримінації).

Визначальним в цьому напрямку є необхідність національним судам під час розгляду справ, пов'язаних із порушенням права на освіту, враховувати розвиток міжнародного і європейського права за допомогою досягнення консенсусу в питаннях мови, освіти, навчання, які демонструє Європейський суд з прав людини. Варто звертати увагу на те, що Суд у тлумаченні загальних норм права неодноразово спирався на міжнародно-правові документи, які стосуються прав національних меншин, прав дитини, а також прав осіб з інвалідністю, використовувати ці міжнародні документи у зв'язку із сучасною ситуацією, що склалася в Україні¹³.

Втім, значною перешкодою на шляху до подальшого розвитку та вдосконалення національних механізмів захисту права на освіту стала

12 Коваль Т.В. Рішення Європейського суду з прав людини у справах щодо порушення права на освіту: загальна характеристика. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Право. Ужгород, 2019. №58-С.80.

13 Біла-Кисельова А.А. Право на освіту в світлі практики Європейського суду з прав людини: нотатки для національного суду щодо захисту прав людини. Південноукраїнський правничий часопис. Проблеми становлення правової демократичної держави. Одеса, 2020. №3-С.7

війна. Вже другий рік поспіль реалізація права на освіту для громадян України відбувається у воєнних реаліях, що вплинуло на зміну освітнього процесу як за формою, так і за змістом.

Ведення бойових дій, руйнування закладів освіти, щоденна загроза життю через російські ракетні обстріли – все це негативно впливає на освіту та призводить до порушення права на її здобуття. Важливо пам'ятати, міграція від війни та нерівність можливостей для доступу до освіти можуть призвести до дискримінації та виключення частини учасників з освітнього процесу. У таких умовах освіта має адаптуватися до війни, задовольняти потреби учасників освітнього процесу і бути доступною для всіх, незалежно від соціального статусу, національної та релігійної належності, або місця перебування. У цьому контексті варто згадати про особливості навчання внутрішньо переміщених осіб під час воєнного стану¹⁴.

З огляду на означене, освіта має важливе значення для розвитку окремої людини та суспільства в цілому. Право на освіту, з одного боку, є одним з основних конституційних прав людини, що дозволяє використати всі можливі варіанти поведінки, які спрямовуються на розвиток особистості, а з іншого – включає в себе цілий комплекс інших не менш важливих прав (право на отримання безкоштовної початкової та середньої освіти, право на вільний вибір форм навчання, право на освіту національних меншин тощо). Саме тому, визначальне місце в процесі гарантування права на освіту є встановлення механізмів його захисту, підґрунтям якого виступають як національні, так і міжнародні нормативно-правові акти. Важливим також в цьому напрямку є діяльність Європейського суду з прав людини як унікальної міжнародної організації, що забезпечує неухильне дотримання і виконання норм Конвенції про захист прав людини і основоположних свобод в тому числі і захист права на освіту.

14 Лубінець Д. Право на освіту в умовах війни: між навчанням та безпекою. URL: [https://lb.ua/blog/dmytro_lubynets/579376_pravo_osvitu_umovah_viyini_mizh.html](https://lb.ua/blog/dmytro_lubynets/579376_pravo_osvitu_umovah_viyini_mizh_navchanniam_ta_bezpekoju)

БАКАЄВИЧ Костянтин Олегович,

аспірант, Київський університет імені Бориса Грінченка

ORCID ID: 0009-0000-7996-2541

ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕДІЙНИХ СПІЛЬНОТ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ

Повномасштабна війна в Україні принесла зміни в кожному з індустрій як на глобальному рівні, так і на локальному. Українські медіа переживають буремні часи, але продовжують приймати виклики та адаптуватися під нові реалії у прифронтових зонах та у тилу.

Саме тому медійні спільноти стали відігравати важливу роль у формуванні інформаційного простору та визначенні громадської думки в регіонах. Під час повномасштабного вторгнення медіа зазнають великих трансформацій, що впливають на їхню роль, функції та взаємодію з громадськістю та владою.

Аналізуючи сучасні трансформації в українських медійних спільнотах, можна відзначити зміни, які, попри початок повномасштабної російської агресії проти України, відображають нові тенденції у розвитку комунікаційних процесів в умовах глобалізованого цифрового інформаційного простору. Поширення суб'єктності, яка стає визначальною у сучасній інтерактивній комунікації в мережах, породжує новий тип «актора» (в термінах Ю. Габермаса), характеризується персоналізацією суб'єкта комунікації та відповідністю створеного ним інформаційного поля його автентичним потребам, інтересам і запитам щодо вибору інформації та участі в інтеракціях¹.

Перетворення аудиторій в інтерактивні «інтерпретативні спільноти» стає не лише актуальним трендом, але й орієнтиром для розвитку медіа-систем у всьому світі. До цього додаються одноканальність та мультимедійність, що визначають медіапроцеси. Саме можливість використовувати багато каналів отримання інформації, порівнювати її та одно-

¹ Королько, В., & Сусська, О. (2022). Соціопатерни війни: як медіапростір впливає на соціопсихологічні настрої суспільства. *Habitus*, (41). <https://doi.org/10.32782/2663-5208>

часно користуватись різними медіаджерелами та брати участь у створенні інформації відкривається на сьогоднішньому етапі розвитку інформаційних технологій тим, хто має можливість і бажання стати персоніфікованими суб'єктами, а не залишатись звичайними «глядачами й слухачами», тобто представниками традиційних масових медіааудиторій.

Найголовнішою відмінністю у споживанні новин у порівнянні із часами до повномасштабного вторгнення стало те, що людям потрібно бути постійно поінформованими про ситуацію, в першу чергу, у своєму регіоні, а потім вже – в країні. Найоперативніше новини українці споживають із телеграм-каналів. Про це повідомила заступниця директора Internews в Україні Оксана Майдан на пресконференції в Укрінформі, презентуючи результати дослідження «Українські медіа: ставлення та довіра у 2023 році». За її словами, опитування засвідчило, що більшість дорослих українців (76%) отримують новини із соціальних мереж².

«Суспільне» – це найбільша незалежна медіакомпанія України. У складі Суспільного є національні й регіональні канали телебачення та радіо, цифрові платформи, оркестр, ансамблі, хор і навіть Будинок звукозапису. На відміну від комерційних мовників «Суспільне» не залежить від олігархів чи політиків, не обслуговує жодних державних органів, політичних сил та бізнес-структур. Суспільне належить українському суспільству й фінансується з податків усіх громадян³.

Для поширення медіаповідомлень телерадіокомпанія використовує різноманітні майданчики – радіо, телебачення, соціальні мережі та діджитал-платформу «Суспільне Новини». У рамках цифрової трансформації суспільного мовника запроваджується концепція «digitalfirst». У кожній з областей України діє окремий сайт діджитал-платформи «suspilne.media». Окрім всеукраїнських та регіональних інформаційних сайтів, платформа працює на 36 сторінках у фейсбук, 27 інстаграм-акаунтах, 25 телеграм-каналах, 28 ютуб-каналах та 24 групах у вайбер.

Команда «Суспільне Херсон» після захоплення їхнього офісу 2 березня сконцентрувалася на сайті «Суспільне Новини», вела сторінки в соціальних мережах і телеграм-канал⁴.

2 Ukrinform. (2023, 1 листопада). Більшість українців отримують новини з Телеграму. Укрінформ - актуальні новини України та світу. <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3781350-bilsist-ukrainciv-otrimuut-novini-z-telegramu.html>

3 Суспільне|Мовлення. <https://corp.suspilne.media/about>

4 Після 24 лютого: яким був 2022 рік для регіональних медіа. IMI. 2023. URL: <https://imi.org.ua/monitorings/pislya-24-lyutogo-yakym-buv-2022-rik-dlya-regionalnyhmedia-i50014>.

Так, наприклад, проаналізувавши статистику «Суспільне Херсон» (Рис.1), ми бачимо, що на момент початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну 24 лютого 2022 року цей телеграм-канал мав 6 838 підписників. З цієї дати ріст аудиторії невинно зростає. Найбільша кількість підписників фіксується 28 грудня 2022 року – 72 654 особи (Рис. 2). Станом на 1 листопада 2023 року аудиторія «Суспільне Херсон» в телеграмі складає 56 321 підписник.

Як бачимо, аудиторія за 10 місяців поступово знизилась на майже 16 тисяч читачів, що свідчить про втомленість аудиторії від постійного слідкування за інформаційною повісткою воєнних часів.

Регіональні новини дуже легко викрити у поширенні дезінформації, тому що «ти сам живеш у цьому регіоні й бачиш все на власні очі».

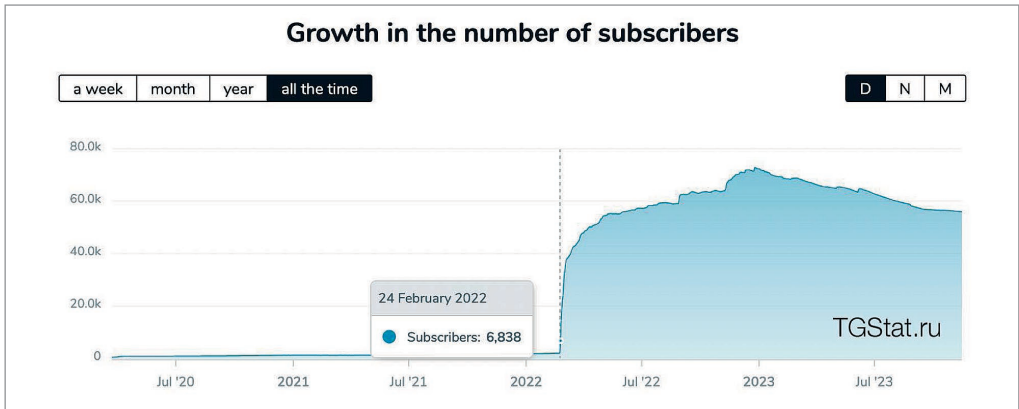


Рис.1. Статистика росту підписників телеграм-каналу «Суспільне Херсон» за версією tgstat.com.

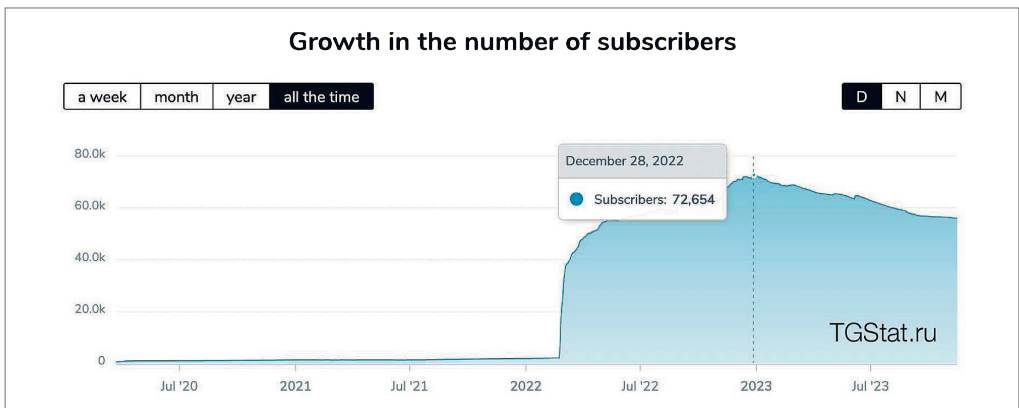


Рис.2. Статистика росту підписників телеграм-каналу «Суспільне Херсон» за версією tgstat.com.

Окремо варто зазначити, що підтвердження зростання впливу регіонального телеграм-каналу «Суспільне Херсон» є його індекс цитування, який складає 475.66 (Рис. 3): 729 інших телеграм-каналів цитували «Суспільне Херсон» протягом повномасштабного вторгнення на момент написання цього дослідження, при чому цитування здійснювалось в українських (56,7%), російських (25,6%) та білоруських (2,1%) телеграм-каналах.

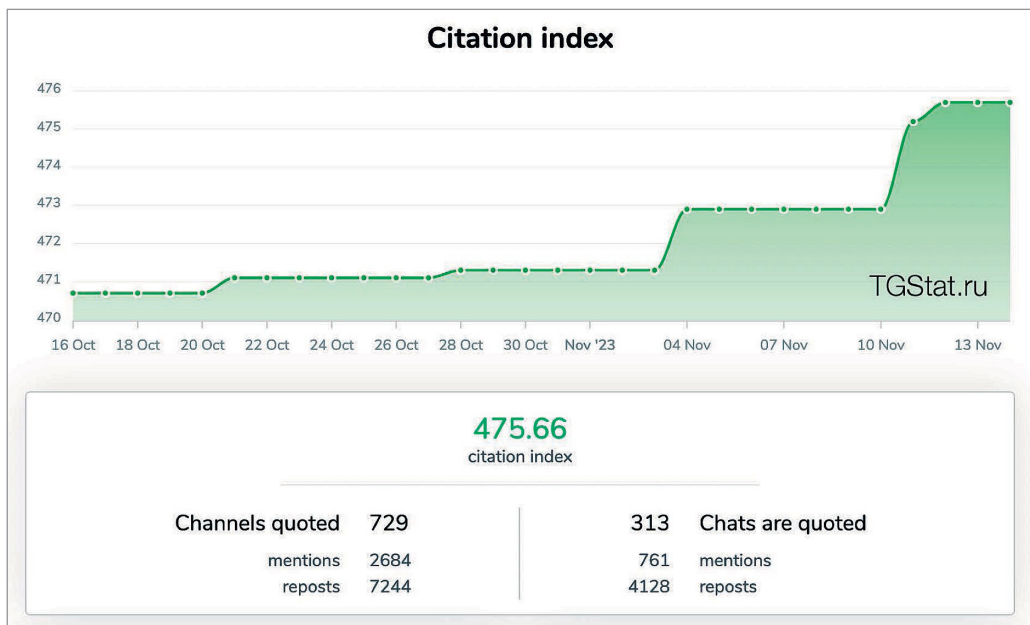


Рис. 3. Індекс цитування телеграм-каналу «Суспільне Херсон».

З початком широкомасштабної російської агресії, фейсбук поступився першим місцем, яке стабільно посідав декілька років поспіль, месенджеру «Телеграм». Українці активніше почали цікавитися порядком денним у зв'язку із потенційною загрозою через воєнні дії. На прикладі «Суспільне Херсон», бачимо, що довіра до регіональних медіа зростає через оперативніше отримання інформації з джерел на місцях, що зменшує ризики поширення дезінформації. Доступність соцмереж та месенджерів сприяє розвитку сторінок та профілів медіа на різних популярних в Україні соціальних платформах.

Розуміння джерел і способів споживання інформації, важливе для ефективної публічної комунікації з суспільством у динамічні часи випробувань і потрясінь. Саме ці тенденції змушують публічних осіб та органи влади зовсім по-іншому будувати свою комунікацію із масовою аудиторією, враховуючи потенційні загрози та зовнішні виклики.

БАКАЄВИЧ Яна Олександрівна,
аспірантка, викладачка,
Київський університет імені Бориса Грінченка
ORCID ID: 0000-0002-5508-8471

ІНФОГРАФІКА ЯК СПОСІБ ПОДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В НОВИННИХ ОНЛАЙН-МЕДІА ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ

Візуалізація – найефективніший спосіб подання великого обсягу інформації у зрозумілій формі для широких мас читачів чи глядачів медіа. Структурована інформація на ілюстрації швидше сприймається та усвідомлюється різними цільовими аудиторіями. З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій інфографіка удосконалилась як технічно, так і функціонально.

Сучасне суспільство страждає від надлишку інформації, і, осмислюючи цей стан, М. Епштейн сформулював головну проблему людства постіндустріальної доби, а саме: співвідношення сумарної інформації, накопиченої на сьогодні (та постійне зростання її обсягів), й здатності людини цю інформацію сприйняти. Іншими словами, це – диспропорція між людством як сукупним виробником інформації та окремою людиною як її споживачем. В умовах пандемії ковід-19 проблема, пов'язана з обсягами та якістю інформації, отримала новий масштаб. Генеральний директор ВООЗ Т. Гебрейесус заявив, що нині доводиться не просто боротися з епідемією, але також боротися з інфодемією¹.

В інфодемії громадянин повинен швидко обробляти інформацію, використовуючи параметри автоматизації мислення, а не аналітичні параметри, і тому віддає перевагу інтерпретаціям, які використовують менше когнітивних зусиль і які в основному відображають попередні знання. Розшифровка будь-якої інфографіки здається несвідомо легкою завдяки потужному використанню іконографічних елементів, інтуїтивність яких робить її простою, ефективною та не містить оманливих інтерпретацій, навіть якщо графіки можуть брехати. Необхідно навчитися читати графік, перш ніж його розуміти, оскільки правдивість інформації, що міститься у візуалізації даних, ніколи

¹ Кочубейник, О. М. (2022с). Інфодемія: соціально-психологічні вектори зниження інформаційного перевантаження. *Scientific Bulletin of Kherson State University Series Psychological Sciences*, (2), 94–100. <https://doi.org/10.32999/ksu2312-3206/2022-2-13>

не є абсолютною, а скоріше має бути критично контекстуалізована на основі цілей тих, хто хоче використовувати вихідні дані.

Правильне читання передбачає набуття нової цілісної цифрової компетенції: графіка даних, яка має намір стати природною еволюцією концепції графіки, яка підсумовує навички, необхідні громадянину для правильного створення та використання інфографіки. Якщо, з одного боку, розробка фактичної, концептуальної та процедурної сфери проекту інфографіки є консолідованою практикою в школах дизайну, з іншого боку, брак підтримки метакогнітивного та критичного розвитку інфографіки є ключем до дезінформації, беззаперечно. Для цього необхідно впроваджувати стратегії, які зосереджують увагу на логіко-процедурній структурі, за допомогою якої створюється інфографіка, і діяльність здійснюється, починаючи з аналізу самих продуктів².

Інфографіку не новий метод представлення інформації у ЗМІ, цей тренд почався ще у 80-роках ХХ століття, коли щоденна американська газета «USA Today» почала використовувати елементи візуалізації. Варто зазначити, що мета інфографіки – не полягає в залученні аудиторії через яскраві картинки. Інфографіка у ЗМІ створюється для інформування читача, та для того, аби доповнити текст, зробити його зрозумілішим.

Наприклад, велику увагу створенню комплексних, складних інфографік приділяє «The New York Times», «Bloomberg», «The Gardian», «Washington Post». Серед українських ЗМІ – «Texsty.org.ua» та «Українська правда». Елементарну інфографіку можна зробити за допомогою безплатних онлайн інструментів.

Розвиток онлайн-простору збільшує можливості для взаємодії з аудиторією та платформи для подачі інформації. Саме тому новинні онлайн-портали мають достатньо важелів для здійснення інформатизації суспільства.

Ріст популярності онлайн-простору зробив доступнішою монетизацію та заробіток для медіа. Для медійників соцмережі стали рівноцінними платформами на рівні із сайтом видання, що дозволяє підвищити кількість читачів конкретного медіа шляхом доступності інформації на різних майданчиках, зручності доступу у будь-який час, мультимедійності, адаптації контенту під уподобання читачів та щоденному оперативному аналізу медіаметрії.

2 Liu, C.-Y., & Wu, C.-J. (2022). Effects of working memory and relevant knowledge on reading texts and infographics. *Reading and Writing*. <https://doi.org/10.1007/s11145-022-10368-1>

Інфографіка має чимало різновидів на сучасному етапі:

- статистична;
- хронологічна;
- географічна;
- порівняльна.
- структурна;
- ієрархічна;
- інтерактивна;
- інфографіка процесу;
- інфографіка форматування тексту;
- інфографіка на основі зображень.

Водночас інфографіка не має бути оформлена абияк, усі елементи мають гармонійно поєднуватися між собою, доносити якусь думку, зображувати процес, інакше споживач нічого не зрозуміє. З розвитком технологій маємо також динамічну та інтерактивну інфографіку та ін.

Під час повномасштабного вторгнення найпопулярнішою в Україні стала статистична інфографіка (Рис. 1), яка щодня показує українцям дані по вбитих військових російської армії та їх бойових втратах. За правилами ведення війни, інформацію про втрати українських військових наразі не можна публікувати. Зрозуміло, що ці дані досить динамічні, тому найкраще їх подавати у вигляді інфографіки.



Рис. 1. Генштаб ЗСУ, загальні бойові втрати противника з 24.02.22 по 14.11.23.

Дослідження Digital News Report від Reuters Institute показує, що покоління Z, схоже, уникає вебсайтів і застосунків, над якими працюють видання, і віддають перевагу платформам соцмереж. Цьогоріч соцмережі

(30 %) тепер випереджають сайти (22 %). Це ускладнює завдання виданням, які змушені орієнтуватися у мінливому середовищі платформ³.

Дані Генштабу ЗСУ найчастіше українські ЗМІ беруть з таких платформ як фейсбук, телеграм, твітер, інстаграм через зручність та оперативність. Журналісти як й звичайні споживачі інформації часто підписуються на сторінки різних державних установ, щоб швидше отримувати важливу інформацію, адже посилання йде на конкретну платформу установи в новині, а не на саму організацію чи держустанову.

Також поширеним видом є щоденна географічна інфографіка в українських новинних онлайн-медіа, що ілюструє зміни на карті бойових дій в російсько-українській війні (Рис. 2)⁴.

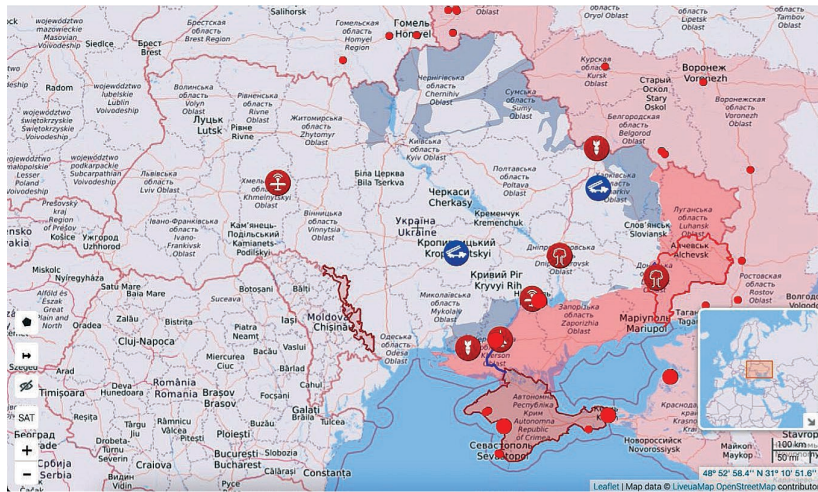


Рис. 2. Мапа бойових дій liveuamap.com.

Отже, журналістам важливо використовувати інфографіку при публікації новин в соцмережах з кількох причин: інфографіка дозволяє швидко та ефективно передавати складну інформацію у вигляді візуально привабливих графічних елементів, що полегшує сприйняття; інфографіка привертає увагу користувачів соцмереж та допомагає виділитися серед інших новинних матеріалів, що сприяє поширенню та підвищенню впливу публікацій; використання інфографіки свідчить про глибокі знання та ґрунтовне дослідження теми журналістами, що підвищує довіру аудиторії та впливає на авторитет журналіста чи медіа.

3 Digital News Report 2023. (6. д.). Reuters Institute for the Study of Journalism. <https://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/digital-news-report/2023>

4 Ukraine Interactive map - Ukraine Latest news on live map - liveuamap.com. (6. д.). Ukraine Interactive map - Ukraine Latest news on live map - liveuamap.com. <https://liveuamap.com/>

Grygoriy GRIBAN,

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Zhytomyr Ivan Franko State University
ORCID ID: 0000-0002-9049-1485

Pavlo TKACHENKO,

Ph. D., Associate Professor,
Polissia National University
ORCID ID: 0000-0003-4407-8611

IMPROVEMENT OF STRENGTH QUALITIES OF HIGHER EDUCATION SEEKERS BY THE MEANS OF KETTLEBELL SPORTS AND CORRESPONDING EXERCISES

One of the means of physical education of higher education seekers, improvement of their health and preparation for future professional activities is exercises with weights and active participation in kettlebell sports. Due to the wide variety of specialized tools that make up its content, as well as its great educational, recreational, and applied value, kettlebell sports are included in the programs of sports competitions on a city, regional, all-Ukrainian, European and world scale. On the one hand, it is a means of comprehensive physical development available to everyone and an auxiliary means of developing physical qualities in other types of sports; on the other hand, kettlebell sports are a means of popularizing strength-oriented sports and promoting a healthy lifestyle among young people.¹

Exercises with weights and kettlebell sports contribute to the development of strength, endurance and stamina, flexibility, coordination of movements, increase in physical capacity, formation of moral values and willpower of students of higher education institutions. The strength training achieved by the students in the process of specialized preparation has a number of positive outcomes and contributes to the achievement of high results in professional activity, everyday life and other types of motor activity. At the same time, the variety of labor opera-

¹ Pichuhin M. F., Hryban H. P., Romanchuk V. M. [ta in.]. Hyrovyyi sport: navch.-metod. posib. [Kettlebell sport: training manual]; za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr, ZhVINAU, 2011. 880 s.

tions in various spheres of human activity requires a high level of development of strength qualities from specialists.²

As a result of systematic exercises with kettlebells, the volume of the heart muscle gradually increases, the network of blood vessels expands; changes also occur in the composition of the blood (the number of erythrocytes, hemoglobin increases); the girth of the chest increases, the vital capacity of the lungs expands; the activity of the central nervous system as well as its mental capacity improves; the intensity and concentration of attention improves.³

The martial law in Ukraine requires society and youth to quickly solve global socio-economic and educational tasks regarding integration into the world educational space. However, its implementation during the war is possible for specialists of the new generation, who meet European requirements. In addition to in-depth professional knowledge of the chosen specialty, each professional must be in corresponding physical condition, possess fitness and work capacity, professional motor skills, spirituality, and informal leadership qualities.⁴ At the same time, physical exercises should provide favorable conditions for the optimal functioning of the body. Choosing special exercises, dosing them, depending on the current physical condition, so the recipient can purposefully influence the body, change its certain functions, restore damaged systems. Under the influence of systematic physical exercises, changes occur in the body, which lead to positive reorganization of organs and systems as a result of the elimination of physiological disorders and the normalization of pathologically altered functions.⁵

Exercises with weights and kettlebell sports are among the leading incentives for students to systematically increase their physical activity.⁶ While exer-

2 Hryban H. P. Zhyttiedialnist ta rukhova aktyvnist studentiv [Students living and motor activity]: monohrafiia. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - monograph. Zhytomyr: «Ruta» publishing house, 2009. 593 s. http://eprints.zu.edu.ua/2-4476/1/%D0%96%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%94%D0%B4%D1%96%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%9C%D0%BE%D0%BD.PDF

3 Hryban H. P., Prontenko K. V., Prontenko V. V. [ta in.] Hyrovyi sport u vyshchykh navchalnykh zakladakh : navch. Posibnyk [Kettlebell sports in higher educational institutions: study guide]; za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - «Ruta» publishing house, 2014. 400 s.

4 Nychkalo N. H. Profesiina pedahohika i pedahohika pratsi: problemy vzaiemozviazku v umovakh rynkovoi ekonomiky [Professional pedagogy and labor pedagogy: problems of interconnection in the market economy]. Pedahohika i psykholohiia : naukovo-teoretychnyi ta informatsiinyi zhurnal APN Ukrainy - Pedagogy and psychology: a scientific-theoretical and informational journal of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine. 2010. № 2. S. 33–45. https://dnpb.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/index_12_16.pdf

5 Hlazarin I. D. Osnovy dyferentsiiovanoho fizychnoho vykhovannia [Basics of differentiated physical education]. Cherkasy: Vidlunnia-Plius - Cherkasy: Echo-Plus publishing, 2003. 352 s.; https://uu.edu.ua/upload/universitet/Galereya_slavi/Ulyubleni_vikkladachi/Ulyubleni_vikkladachi/Glazarin_I_D.doc

6 Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P. Vpravy z hyriamy u fizychnomu vykhovanni zdobuvachiv vyshchoi osvity: navch. Posibnyk [Exercises with kettlebells in the physical education of students of higher education: a study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - «Ruta» publishing house, 2021. 528 s. <https://elar.naiu.kiev.ua/items/0db66888-cfda-481b-8a28-8214fc4a07dd>

cising with weights, it is necessary to consider a number of factors, especially anatomical and physiological, which significantly affect the ability of the athlete to improve in kettlebell sports, namely:

- Peculiarities of the genotypic development and relative uniformity of means of physical training of the higher education seeker;⁷
- Age-related features. There is an increase in muscle mass and strength which is caused by reaching certain age. However, upon reaching physiological maturity, muscle mass develops evenly;
- In-depth analysis and division of higher education seekers into groups, considering their morphological features and individual motor readiness;⁸
- Type of muscle fiber. The muscle structure has two types of fibers: slow-twitch and fast-twitch, which differ in morphological, biochemical, and contractile properties. Thus, so-called “slow fibers” have a low contraction speed, a large number of mitochondria (energy depots), high activity of oxidative processes, increased level of vascularization (capillarization), as well as large depots of glycogen. At the same time, “fast fibers” have a smaller number of capillaries, fewer mitochondria, high glycolytic capacity, high contraction speed. Slow-twitch muscle fibers are most adapted to long-term aerobic work. They can perform low-power efforts for a long time. Fast-twitch muscle fibers are adjusted to perform work of an anaerobic nature, that is short-term high-power efforts;⁹
- Shoulder and muscle length. Higher education seekers with a relatively short muscle length have the ability to better perform loads with a heavier weight; at the same time, individuals and with a relatively long muscle length have a greater potential in the development of muscle effort;
- Place of tendon insertion. The strength of the muscle depends on the place of tendon insertion, which gives a biomechanical advantage in movement;
- Considering the functional state of the muscles and organs by monitoring the physical exercises used.¹⁰

7 Paliga Z. Sila sruwowa niesvi koncryn dolnych jako kriterium dodoru konkurencji asubkosciosilowych. *Lekkkatle-tyka*. 1987. N 8. P. 13–14.

8 Prontenko K. V. Navchannia hyrovomu sportu kursantiv viiskovykh zakladiv vyshchoi osvity : monohrafiia [Kettlebell training of cadets of military higher education institutions: monograph]. Zhytomyr : «Polissia» Zhytomyr: “Polissia” publishing house. 2018. 476 s. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/8670>

9 Osypenko H. A. Osnovy biokhimiï miazovoi diïalnosti : navch. Posib [Basics of biochemistry of muscle activity: study guide]. Kyiv : Olimpiiska literatura – Kyiv : Olympic literature, 2007. 199 s.; <http://reposit.uni-sport.edu.ua/handle/7878787/1111>

10 Baranov V. V. Weight ball exercises as the means of developing students professionally-applied abilities. 3-rd International scientific-applied conference «Conditions and problems of development of weightball lifting». Athens : IWBF, 2002. P. 7.

Thus, the peculiarities of age and the anatomical-physiological development were laid as a basis for the development of means and methods for improving the strength qualities of those who exercise with kettlebells. At the same time, it was considered that the overall physical state of the higher education seekers acts not only as a personal, but also as a social value, which reflects such a degree of physical development of an individual, his/her physical qualities, which allows him/her to fully realize his/her creative and intellectual capabilities in society.

The development of strength during training is accompanied by the improvement of all organs and systems of high education seekers, improvement of their activity. Quantitative accumulation of positive changes leads to further development of the body, disclosure of its reserve capabilities, improvement of blood circulation of functional organs, activation of endocrine glands that produce hormones for muscle work. As a result of training, the muscles increase in volume due to the thickening of individual muscle fibers, as the result their performance increases.¹¹

Improving the properties of strength of the students can be effective and optimal if this process is considered as a system with many interconnected components, namely: means, methods and forms of pedagogical influence and the main peculiarities of the age-related development of their physical abilities.¹² It has been proven that exercises aimed at developing strength contribute to: increasing the level of health; aesthetic self-improvement due to the proportionality and symmetry of muscles and the overall harmonious development of all muscle groups; correction of the physique, including the elimination of deficiencies in it, recovery from injuries, increase in working capacity; formation of a harmonious physique.¹³

Means and methods of strength training include various exercises with kettlebells, which allow to influence either a large part of the muscle system, or selectively impact individual muscle groups. Like physical training in general, strength training has two directions: general strength training and special strength training. General strength training is aimed at the harmonious development of all the main muscle groups, which are important for the physical development and fitness of an individual, and special strength weights

11 Hryban H. P. Zhyttiedialnist ta rukhova aktyvnist studentiv [Students living and motor activity]: monohrafiia. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - monograph. Zhytomyr: "Ruta" publishing house, 2009. 593 s.; <http://eprints.zu.edu.ua/24476/1/%D0BD..PDF>

12 Hryban H. P., Prontenko K. V., Prontenko V. V. [ta in.] Hyrovyyi sport u vyshchykh navchalnykh zakladakh : navch. Posibnyk [Kettlebell sports in higher educational institutions: study guide]; za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - "Ruta" publishing house, 2014. 400 s.

13 Oleshko V. H. Sylovi vydy sportu [Power sports]. K. : Olimpiiska 1-ra – Kyiv : Olympic literature, 1999. 287 s.

training involves the development of strength qualities in relation to kettlebell sports, connecting the manifestation of the strength of the corresponding muscle groups with the technique of lifting weights and performing various competitive and auxiliary exercises.¹⁴ Therefore, exercises with kettlebells are considered the means of special strength training, which, by the nature of the manifestation of muscle effort and the structure of movement, are similar to competitive exercises, and actually can be identified as ones.¹⁵

We have proven that the method of improving strength qualities of students of institutions of higher education should be aimed mainly at the development of the muscles of the back, neck and arms, strengthening the muscles of the legs, which is important for vital activities. At the same time, exercises with kettlebells can effectively influence the expansion of the range of functional capabilities of the athlete, increase the arsenal of his/her motor activity, ensure the adaptation of the body to numerous factors of the activity, including the development of the necessary professionally important motor properties.¹⁶

It has been established that the effectiveness of exercises with kettlebells depends significantly on the forms of classes offered to the students. Higher education seekers prefer scheduled classes (38.1%), classes in sports sections (25.0%), training independently with friends (20.4%), individual classes according to the customized program under the guidance of a teacher/coach – 16 % (Table 1).

Table 1

Forms of educational and training classes preferred by the students (% , n = 501).

Source: authors' research.

Forms of classes	Year of study		Overall %
	I	II	
1	2	3	4
Scheduled classes	43,3	32,9	38,1

14 Hryban H. P. Zhyttiedialnist ta rukhova aktyvnist studentiv [Students living and motor activity]: monohrafiia. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - monograph. Zhytomyr: "Ruta" publishing house, 2009. 593 s.; http://eprints.zu.edu.ua/2-4476/1/%D0%96%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%94%D0%B4%D1%96%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%9C%D0%BE%D0%BD..PDF

15 Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P. Vpravy z hyriamy u fizychnomu vykhovanni zdobuvachiv vyshchoi osvity: navch. Posibnyk [Exercises with kettlebells in the physical education of students of higher education: a study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - "Ruta" publishing house, 2021. 528 s. <https://elar.naiu.kiev.ua/items/0db66888-cfda-481b-8a28-8214fc4a07dd>

16 Nosko M. O. Teoretychni ta metodychni osnovy formuvannya rukhovoї funktsii u molodi pid chas zaniat fizychnoiu kulturoiu ta sportom [Theoretical and methodological foundations of the formation of motor function in young people during physical education and sports]: avtoref. dys. na zdobuttia naukovoho stupenia dokt. ped. nauk. K., 2003. 53 s.

<i>Continuation of table 2</i>			
1	2	3	4
Classes in sports sections	26,9	22,9	25,0
Training independently with friends	13,1	27,7	20,4
Individual classes according to the customized program under the guidance of a teacher/coach	16,7	16,5	16,5

It has been proven that 2-4 hours of physical exercise per week is not enough for students to maintain a high level of physical fitness, work capacity and health.¹⁷ Thus, we drew the attention of higher education seekers to the expediency of performing physical exercises at home, visiting gyms, conducting self-remedial walks, as well as offering additional tasks and physical exertion to each student. This was caused by the fact that 11.9% of students exercise two or three times a month, and 28.7% of respondents attend educational classes or do physical exercises only once a week; 3.6% of students do not attend classes at all and only 24.8% of higher education seekers exercise three or more times a week (Table 2).

Table 2

**Number of physical exercise classes attended
by the students during the week (% , n = 501)**

Source: authors' research.

Number of classes	Year of study		Overall %
	I	II	
Once a week	40,1	17,3	28,7
Three and more times a week	19,4	30,1	24,8
Two times a week	11,5	33,4	22,4
Two-three times a month	14,7	9,2	11,9
Every day/daily	8,3	8,8	8,6
Attendance has not been registered/none	6,0	1,2	3,6

Exercising and going in for sports can be both invigorating and refreshing, as well as debilitating for students. The surveys conducted showed that only 79.7% of the higher education seekers get emotional elevation and improved

¹⁷ Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P. Vpravy z hyriamy u fizychnomu vykhovanni zdobuvachiv vyshchoi osvity: navch. Posibnyk [Exercises with kettlebells in the physical education of students of higher education: a study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - "Ruta" publishing house, 2021. 528 s.; <https://elar.naiu.kiev.ua/items/0db66888-cfda-481b-8a28-8214fc4a07dd>

mood from physical exercises; 25.9% of respondents like communicating with new people during the classes; 20.8% of surveyed feel themselves pleased after exercising in the open air. It should also be noted that violations of the methodology of conducting classes, as well as the inconsistency of the physical load with the level of functional readiness of the students and other factors cause 13.2% of the higher education seekers to acquire negative emotional response as well as corresponding physical side effects (fatigue, lethargy); 5.1% of respondents identified the signs of bad mood and depression (Table 3).

Table 3

The influence of physical exercises and sports on the condition and well-being of the students (%, n = 501)

Source: authors' research.

Condition and well-being	Year of study		Overall %
	I	II	
Emotional elevation	88,9	70,4	79,7
Satisfaction from communication with other people	26,3	25,4	25,9
Satisfaction from exercising outdoors/in the open air	15,2	26,5	20,8
Fatigue, lethargy, loss of focus	14,1	12,2	13,2
Bad mood and depression	6,1	4,1	5,1

The introduction of kettlebell sports into the process of physical education alters the pedagogical process (educational system). Thus, the technique of physical education is primary in relation to the pedagogical system. Accordingly, the design of a new pedagogical system is connected, firstly, with the peculiarities and implementation of a new learning model and, secondly, with further changes in other subsystems of the pedagogical process. According to the theory of the activity, the educational-upbringings process of physical education of higher education seekers was carried out in accordance with the following: needs – motives – tasks – actions – operation¹⁸. The basis of the system of developing strength qualities was the idea of self-development of the students' personality both in the educational process and during independent classes (Fig. 1).

18 Hryban H. P. *Metodychna systema fizychnoho vykhovannia studentiv : navch. Posibnyk* [Methodical system of physical education of students: study guide]. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - Zhytomyr : "Ruta" publishing house, 2014. 306 s. <http://eprints.zu.edu.ua/32273/1/Gryban-monografiya.pdf>

Source: authors' research.

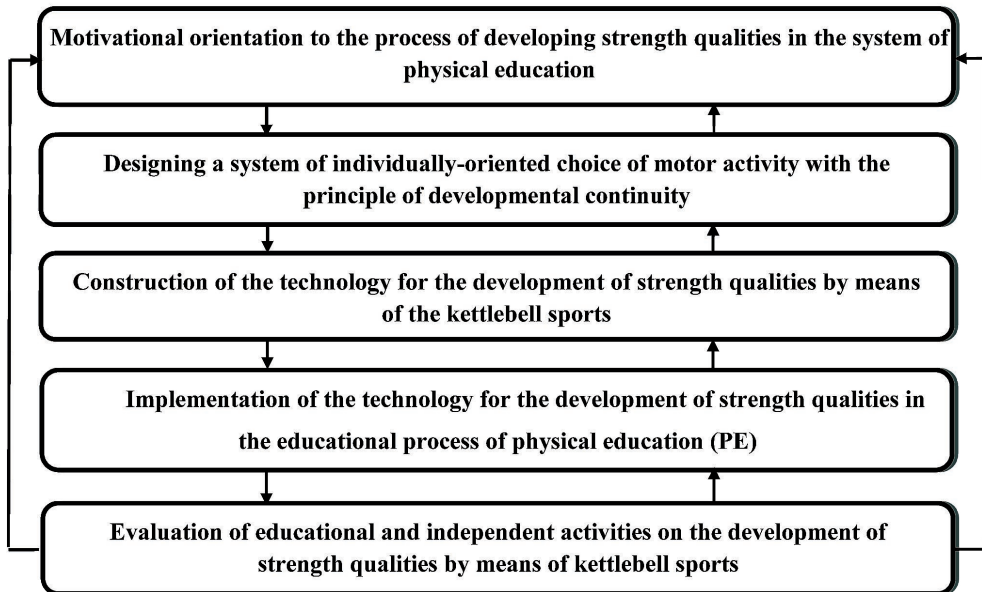


Fig. 1. The system of designing the development of strength qualities of students in the educational process of PE

The basis of the *motivational component* of the development of strength qualities is the motivational-value attitude of the students to the process of performing exercises with kettlebells, as well as conducting self-healing, undergoing self-development and self-improvement.

The *design component* implies how to provide an individual-oriented selection of kettlebell sports to meet the personal need of each particular higher education seeker. The main aim of this component is to introduce the principles of composing the list of educational (obligatory) and independent (optional) exercises with kettlebells in the educational process.

The *constructive component* involves adjusting the educational and training sessions, as well as methods, and techniques of solving the tasks of developing strength qualities by means of kettlebell sports. An important condition for the implementation of this component is the compliance of means and technologies with the level of readiness of the students.

The *implementation component* introduces the method of developing strength qualities by means of kettlebell sports into the process of accomplishing the objectives in physical education, provides for the implementation of a system of corresponding motor actions.

The *evaluation component* is aimed at justifying the personal attitude regarding one's own actions, self-analysis, and assessment of the process of going in for sports as well as the level of self-improvement, self-evaluation of the current health condition and sports activities performed. At the same time, the student's own achievements, unresolved tasks regarding the development of strength qualities are recorded, and the means of further improvement in kettlebell sports are substantiated.

During the formation of the content of training exercises with kettlebells, we assumed that "teaching method" and "teaching techniques" have certain distinctive features. They are manifested, first of all, in the fact that the concept "*method*" determines *how one can achieve the set results in education*, and the concept of "*technique*" substantiates *how to do it guaranteed*. Secondly, the teaching technique has an inherent personalized character and is essentially very close to the concept of "author's teaching method".¹⁹ The methodology reveals an algorithm for the use of a complex of teaching methods and techniques that do not directly relate to a specific person who implements them, and the teaching technology involves adapting to it the teacher's personality in all its various manifestations. Accordingly, each didactic task can be effectively solved with the help of technology designed and implemented by a qualified educator.

The training method is considered a set of systematized means, forms, rules and techniques, pedagogical technologies, with the help of which awareness, correct execution and mastery of motor actions are carried out by the students and are studied to achieve the set goals. The methodology should ensure determinism and massiveness. Thus, *determinism* means that, using this algorithm, any higher education seeker can get a positive result. Massiveness implies that the developed rules can be used to solve a wide range of similar tasks. Regarding the development of physical qualities, the term "methodology" means the rational application of appropriate physical exercises and adequate methods of their performance in order to effectively solve a specific pedagogical task in a separate class and in a system of related classes.²⁰

19 Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia: Pidruchnyk dlia stud. vuziv fiz. vykhov. i sportu: u 2 t. Za red. T. Yu. Krutsevych. T. 2. Metodyka fizychnoho vykhovannia riznykh hrup na-seleattia [Theory and methods of physical education: Textbook for students of universities of physical education and sports: in 2 volumes. Edited by T. Yu. Krutsevich. Volume 2. Methodology of physical education of different population groups]. K.: Olimpiiska literatura – Kyiv : Olympic literature, 2008. 368 s.

20 Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P. Vpravy z hyriamy u fizychnomu vykhovanni zdobuvachiv vyshchoi osvity: navch. Posibnyk [Exercises with kettlebells in the physical education of students of higher education: a study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - "Ruta" publishing house, 2021. 528 s.; <https://elar.naiu.edu.ua/items/0db66888-cfda-481b-8a28-8214fc4a07dd>

The methodology for the development of strength qualities of students of higher education institutions by the means of kettlebell exercises in the educational process of PE has certain common requirements and obligatory compliance with the master-scheme of building the algorithm of the methodology for the development of physical qualities, namely: 1) setting a pedagogical task. Based on the analysis of the state of physical fitness of the students, it should be determined to what level it is necessary to develop strength qualities in kettlebell sports; 2) selection of the most effective physical exercises for solving the pedagogical task with each student or group; 3) choosing adequate methods of performing exercises; 4) determining the place of exercises in a specific class and the system of related classes in accordance with the rules of the physical qualities and properties development; 5) determination of the duration of the period of development of physical qualities and the required number of training sessions; 6) determination of the total amount of educational loads and their dynamics in accordance with the rules of adaptation.²¹

Moreover, during the development of strength qualities of higher education seekers using kettlebell sports, it should be taken into account that the training effect of any exercise depends on the appropriate effort due to its repetition and elimination of errors in previous performances, timely periodic changes in the conditions and nature of the exercise performance, and increasing the level of requirements, the relationship between the number of repetitions of exercises in one set and the number of sets, duration and properties of rest.

The components of the methodology for the development of strength qualities of the students by means of kettlebell sports during the PE classes were: the opportunity to choose a sports specialization (classic dueling, exercises with weights in a long cycle, separate exercises); to increase the level of sports qualifications, as well as to simultaneously master modern planning and management technologies of the educational-training process; the organization of competitions; the method of refereeing competitions in kettlebell sports; distribution of students into groups with low, medium and high levels of physical fitness; pedagogically justified variability of the chosen

21 Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P. Vpravy z hyriamy u fizychnomu vykhovanni здобувачів вищої освіти: навч. Посібник [Exercises with kettlebells in the physical education of students of higher education: a study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - "Ruta" publishing house, 2021. 528 s.; <https://elar.naiu.kiev.ua/items/0db66888-cfda-481b-8a28-8214fc4a07dd>

methods, forms and means of developing strength qualities in kettlebell sports; application of a complex of general preparatory, special preparatory and competitive exercises from kettlebell sports; learning the technique of performing competitive exercises to create motor automatism; correction of volume and intensity of load during the development of strength qualities and formation of special abilities and skills for performing competitive exercises with kettlebells; the use of a group form of education with a differentiated and individual approach; application of visualization methods (analysis of videos and movies, photographs, posters, diagrams of one's own exercise technique), attendance of corresponding competitions as well active participation in them; the use of pedagogical and operational control over the state of health, physical and technical readiness of students.

Peculiarities of the technique of developing strength qualities of the students by means of kettlebell sports are revealed in: the availability of exercises with kettlebells, which ensures a high density of educational and training classes; a wide range of weights available, which allows to rationally dose physical activity; controlled load increase in accordance with the individual capabilities of each higher education seeker, which helps to strengthen health, improve physical development, functional systems of the body, and increase the work capacity; conducting multi-stage competitions, which allows the students to perform sports classes in a short period of time (3–6 months) and increase motivation to participate in weightlifting sports; a high level of general physical fitness of the applicants, which allows to create a solid foundation for the effective formation of professional and applied qualities for future professional activity and viability.

The methodology for the development of strength qualities in students using kettlebell sports is based on the principles of the adaptation and learning motor actions/development of physical properties theories, planning physical load, as well as the general theory of training athletes in kettlebell sports. Classes according to this method were held three times a week according to the educational schedule for 4 hours and 2 hours of independent classes under the guidance of the teacher, 90 minutes each during the academic year.

The *main objective* of the technique of developing strength qualities of the higher education seekers was to improve health, develop the basic strength qualities necessary for a kettlebell athlete, increase general physical fitness, and

create a solid foundation for improving work capacity and forming motivation to engage in kettlebell sports.

The main tasks of the methodology are aimed at: 1) increasing the level of general physical fitness and working capacity; 2) stimulating the predominant development of strength qualities (general and static endurance of trunk muscles, special endurance, speed, coordination and flexibility); 3) improving physical development, functional capabilities of the cardiorespiratory system and improving the condition of health of students; 4) mastering and improving technical preparation in kettlebell sports; 5) increasing the body's resistance to adverse environmental factors and training; 6) developing psychological qualities, willpower in particular; 7) improving sportsmanship and achieving high results in kettlebell sports; 8) developing interest in physical education classes and formation of motivation for systematic classes in kettlebell sports.

The introduced methodology for the development of strength qualities in students of higher education institutions through kettlebell exercises consisted of four components (motivational, organizational, content and evaluation), which determined its functional structure. Each component of the methodology for the development of strength qualities in the process of physical education solves certain tasks that arise in the specific conditions of the educational process, depend on the individual features of the students, time requirements and other internal and external factors that can influence the formation of the personality of the higher education seeker both positively and negatively. The application of the modeling method and individual-oriented physical education of the students made it possible to determine the goals, tasks, methods, principles, means and approaches to the modernization of the PE educational process aimed at developing independence, initiative, stimulating the acquisition of theoretical knowledge, the formation of practical skills and abilities, as well as corresponding physical qualities, increasing the level of physical fitness and work capacity, taking into account the comprehensive and harmonious development of the recipient's personality.

The methodology was based on the structure of PE with the solution of educational, recreational, organizational, training, preventive, and restorative functions, all of which are interrelated and provided by the specifics of training sessions, content of training, use of carefully selected methods, forms and means, control and analysis of results.

In addition, in the educational and training process as well as during the organization of independent work, the “educator – seeker of higher education” model of communication was widely used, and opportunities were created for acquirers to independently use methodical recommendations. A rational combination of various organizational forms, means, and methods of exercises with kettlebells made it possible to control all stages of the creation and implementation of the methodology for the development of strength qualities of students. The individual-oriented technology of training the higher education seekers according to the method of developing strength qualities by means of kettlebell sports was ensured by the implementation and assessment of tasks and ways of its implementation during four stages (Table 4).

Table 4

Stages of implementation of the technology of teaching physical education according to the method of developing the strength qualities students by means of the kettlebell sports

Source: authors' research.

Stages	Objectives and ways of implementation of the methodology of development of strength qualities of higher education seekers
I (motivational)	1. Determination of the aim of the design and technology of the educational and training process of PE by means of the kettlebell sports. 2. Activation of the educational-motivational and value attitude of the students towards kettlebell sports.
II (organizational)	3. Determination of the system of pedagogical conditions for achieving the goal of the method of developing the strength qualities of students by means of kettlebell sports. 4. Evaluation of the initial data gathered (the level of physical development and overall fitness), which determine the qualitative indicators of the PE educational process. 5. Creation of the scheme of the methodology for the development of the strength qualities of the higher education seekers by means of the kettlebell sports (modeling).
III (content)	6. Establishing the content and forms of the PE educational and training process in accordance with the purpose of using the means of kettlebell sports. 7. Implementation of the methodology for the development of strength qualities in students in the process of PE by means of the kettlebell sports.
IV (evaluative)	8. Determination of evaluation and control criteria for mastering the individual-oriented content of physical education. 9. Evaluation of the results of the implementation of the methodology for the development of the strength qualities of the students by means of the kettlebell sports.

Vertical structuring shows that the implementation of the methodology for the development of strength qualities is carried out in two directions: 1) personal physical improvement of the student in kettlebell sports; 2) through the transfer of theoretical knowledge for mastering the method of improvement in kettlebell sports, i.e., methodical level of training. The implementation of these two levels is interconnected and mutually determined. Personal physical improvement of the high education seeker is basic for the formation of certain knowledge, abilities and skills and lays the foundation for competences in weightlifting and physical culture, health, and sports-related activities. The methodological level performs the function of adapting the methods, forms, and means of kettlebell sports to the comprehensive development and adaptation of the recipient to the conditions of life.

The motivational component of the methodology was aimed at increasing the educational-motivational value attitude of the students towards the means of motor activity, in particular kettlebell sports, creating a micro-environment that develops interests and motives for active exercises with kettlebells, which forms a positive attitude of the higher education seekers towards the PE educational process and independent classes in kettlebell sports. In addition, this component provided for the improvement of the effectiveness of the educational process due to the differentiation of means, the individualization of interaction models with students, the creation of comfortable conditions in educational classes, which significantly increases the motivational-value attitude to the educational process, activates the training process and promotes the mastery of skills and abilities in using equipment for kettlebell sports. Involvement of students in active classes in weight sports, where the physical and mental potential of an individual is challenged plays an important role in the higher education system. Also, it contains an indivisible component of a complete socio-pedagogical and educational system of higher education institutions, which serves as one of the effective means of educating young people.

During the development of the above-mentioned methodology, we took into the consideration the fact that solving the problem of comprehensive personality development is possible only under the condition of a holistic approach to physical education, which determines the unity of goals and

orientation of educational and extracurricular activities with kettlebell exercises. Therefore, during the training classes, it is necessary to emphasize the educational and upbringing orientation of PE, thus all the methods used have the maximum psychological and pedagogical impact on the educational process and formation of organizational-management, and motor activities of the students. Therefore, the content of extracurricular PE activities should be a continuation of main educational classes. In the process of independent training, the emphasis should be on the process of performing corresponding physical exercises. It is also possible to change the very form of organizing mass sports events and competitions by creating a situation that encourages all higher education seekers to participate in competitions; preparation, organization and conduct of such events should be carried out by the students themselves with the methodical assistance of educators. In addition, it is necessary to consider the principle of voluntary participation of higher education seekers in the competitions organized.

Since the goal of psychological-pedagogical influence in the process of kettlebell sports is not only physical and mental, but also volitional development of the student's personality, it is advisable to focus on the following criteria in order to access the development of the motivational component while using the methodology for improving the strength qualities, namely: a) the presence of an active need for self-development and self-improvement on the basis of adequate self-assessment of one's body; b) awareness of the phenomenon of the value of a healthy lifestyle as a necessary condition for strengthening health, maintaining high work capacity and achieving high results in weightlifting sports; c) positive changes in the system of motivational-value attitude of the student's personality towards kettlebell sports as the main type of motor activity; d) awareness of the beauty of sports posture, aesthetic perception of light, graceful, refined movements and creation of one's image as an athlete; e) formation of the personality of higher education seekers as a subject of social activity and his/her ability to create and consistently implement his/her own sports improvement program.

The *organizational component* of the methodology for the development of strength qualities consisted in a pedagogically justified way of organizing the activity of the students. After passing the medical examination, the physical condition and state of health of the higher education seekers who expressed

a desire to engage in physical education classes in kettlebell sports were analyzed. In addition, primary testing was conducted, which made it possible to determine the physical development and level of physical fitness of each recipient. Based on the results of the testing, three groups were formed for exercises with kettlebells and engagement in kettlebell sports with a low, medium, and high level of physical fitness.

Before the beginning of exercises with kettlebells, in order to prevent accidents and reduce injuries, preventive work (initial briefing) was carried out among the students. Safety training included all types of necessary instructions, namely: introductory, periodic, daily, group, which were carried out during PE classes, as well as before the independent training, participation in mass sports and health-preserving events and competitions. In addition, the students attended courses of basics of medicine and compiled the manuals for providing first aid during injuries and accidents.²²

The method of developing strength qualities by means of kettlebell sports did not require changes to the standard forms of organization and conducting of training sessions, however, each educational and training session had its own focus and structure. Theoretical and practical sections were planned and conducted in the form of methodical, practical, and independent classes under the guidance of a teacher.

Thus, the *organizational component* of the methodology provided that the students should learn the following: an indicator of the effectiveness of kettlebell training classes is the dynamics of increasing the level of special training in competitive exercises; the volume and intensity of training loads are determined by the individual capabilities, state of health and level of general and special physical fitness of each individual; record of training loads (number of classes, number of sets, number of performed repetitions of exercises, weight of kettlebells or other types of weights, etc.) is kept personally by each higher education seeker in a motor activity diary; the effectiveness of weight training classes depends on nutrition, duration of sleep and rest, daily routine, etc.; recovery of physical capacity after physical exertion requires some time; training classes can be held at any time, but no earlier than 1.5-2 hours after eating and no later than 1.5-2 hours before bedtime. The most favorable hours for educa-

22 Hryban H. P., Hamov V. H., Zornik V. R. Bezpeka zhyttiedialnosti u fizychnii kulturi i sporti : navch. Posibnyk [Life safety in physical education and sports: study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - Zhytomyr : «Ruta» publishing house, 2012. 536 s. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/8994>

tional and independent classes in kettlebell sports are: from 10:00 a.m. to 12:00 p.m. and from 4:00 p.m. to 7:00 p.m.

The content component of the development of strength qualities methodology included pedagogic educational and corresponding influences on the students through the use of methods, forms and means of training during exercises with weights. Training in kettlebell sports is a complex pedagogical process that involves acquiring the necessary knowledge, training special skills, improving physical properties and willpower qualities. Learning and training are a part of single process. Thus, training methods, as well as training elements, are both used in the process of performing exercises. Moreover, In the process of mastering kettlebell sports techniques, it is vital to use various learning methods and means, namely: verbal commands, visual aids, software training exercises, analysis of the corresponding specialized literature, testing skills and abilities, etc. At the same time, it should be taken into account that there are many peculiarities in the technique of performing competitive exercises in kettlebell sports, which depend on the general coordination of movements, correct breathing and the overall result.

At the initial stage, training should prevail: the technique of competitive exercises in kettlebell sports, special preparatory exercises, means of general physical training are conducted, and the theoretical foundations of kettlebell sports are studied. The process of learning and training of higher education seekers as the means of preparing them for participation in competitive kettlebell sports can be structured in the form of three consecutive and closely related stages, each of which has its own methodological objectives: 1st stage – familiarization with the technique of performing the exercises; 2nd – learning how the exercises are performed, drilling the exercises; 3rd – consecutive training (improvement). The stages of learning are considered as a single and indivisible process. They are interconnected and there are no clearly defined boundaries and transitions between them. Stages overlap each other; moreover, each subsequent stage begins on the basis of the previous one.

The main *aim* of the introductory stage is to create a correct idea of the technique of performing competitive exercises in kettlebell sports and to ensure a clear understanding of it. Thus, it is necessary to correctly name the exercise, show it in an exemplary manner, and explain its effect on the body. Also, the demonstration precedes the detailed explanation of its features and

peculiarities. The exemplary set of exercises should be performed by the most trained student or coach. It is especially important to explain the role of the main element (phase) of the exercise.

Demonstration of visual aids is a supplement to the exemplary set of exercises. Posters, drawings, photos are considered teaching aids that can be used to better explain specific features of the process. Demonstration of video materials and attendance at competitions and training sessions of highly qualified sportsmen are a particularly valuable means of visual training. It should be noted that a common mistake of teachers at this stage is the use of significant (excessive) flow of information. For example, it is unnecessary to explain in detail all the basic mechanisms of movements due to inability of the beginners to perceive the material due to insufficient mastery of the technique.

The *study of the exercise*, depending on its complexity and the readiness of the higher education seekers, is carried out in different way, namely: as a whole, in parts, in sections, with the help of preparatory exercises. When learning exercises in parts, it is necessary to include a familiarization stage for each part. Studying an exercise or technique in parts begins with studying its main element (phase) if it is possible to isolate it without breaking the connection with other movements. The study of each phase of the exercise is preceded using preparatory exercises, which in terms of coordination are similar to the exercise being studied, and at the same time are simpler in structure (following the principle “from simple to complex”). At the same time, each subsequent preparatory exercise should be similar in structure to the previous one and make it more difficult. Their repeated execution ensures the formation of the necessary skill, after which the training of the exercise *as a whole* begins.

Improving the technique of performing competitive exercises in kettlebell sports is ensured by systematic, repeated performance of the exercise with a gradual increase in physical load. As a result of repeatedly performing the exercise with gradual carefully implemented changes (increase in the number of repetitions, weight or type of the weights used), the acquired skills are gradually consolidated, the automation of neuromuscular processes begins. At this stage, the *main focus* should be on perfecting the most important phases and performing the exercise *as a whole*. In the course of learning the technique

of performing kettlebell exercises, it is also necessary to master specific knowledge about movements, which should ultimately improve corresponding movement skills and abilities. At the same time, the low level of development of physical qualities and functional capabilities of the student's body can worsen the correctness of execution of the technique. In this case, the learners should gradually develop backward physical qualities, for there is a constant need to improve the technique of performing competitive exercises.

In the process of learning and improving the technique of competitive exercises with kettlebells, special attention should be paid to rhythmic breathing, which should be carried out without stops and delays. The ability to combine movements with breathing is an integral part of the technique. Even minor failures and delays in breathing immediately affect the work of the muscles, which, in turn, negatively affects the overall result.

Beginners who have not sufficiently mastered the technique of performing exercises prefer the strength-based version of solving the motor task. Therefore, highlighting and comparing the features of the exercise technique of low-skilled weightlifters in comparison with high-class athletes is expedient and necessary to improve results of sports activities.

In the process of teaching the technique of competitive exercises in kettlebell sports, as well as training, the educator must always remember that even in the case of using the correct training method, errors in the process of executing the technique may appear. The *main causes of errors* are the following: a wrong preliminary evaluation of the exercise being studied; considerable weight of kettlebells; low level of development of basic physical qualities; the negative impact of previously acquired skills; the condition of the student's body (overwork, fatigue, illness), etc. Before correcting the errors, it is necessary to identify their cause. Moreover, the main error (those that impact the overall result of the training) should be corrected first due to the possibility to encounter more minor errors connected with the major one.

The effectiveness of mastering the techniques of performing competitive exercises with kettlebells in the process of preparation for sports activities was associated with the level of students' physical fitness, the formation of special abilities and skills, which was carried out according to the principle of the formation of conditioned reflexes by repeatedly performing exercises until the formation of a motor skill, a dynamic automation of technical

actions. During kettlebell sports, we oriented the students to the perception of information by means of active directed concentration of attention on visual, auditory, and proprioceptive sensations. At the same time, it was considered that the training of kettlebell exercises is built based on creating an integral image of a complete motor action.

Physical exercises, as well as the conditions for their performance, were the main means of developing the strength qualities of the higher education seekers during weightlifting classes. The speed and quality of learning physical exercises depended on the level of psychomotor abilities and the level of physical and technical preparation of the recipients. At the beginning of the classes, clear limits of physical exertion were established depending on the physical condition and level of physical fitness of the learners, namely:

- for the *low level*: the intensity of classes is 40–50% of the maximum permissible heart rate; means: walking, slow running, strength endurance and flexibility exercises; the pace is uniform, the priority method is repeated exercise;
- for the *medium level*: the intensity of classes is 56–66% of the maximum heart rate; means: fast walking, slow running, jumping, strength and speed-strength endurance exercises, dexterity; the pace is uniform, the priority method is circular training;
- for the *high level*: the intensity of classes is 70–80% of the maximum permissible heart rate; means: exercises for the development of speed and strength, strength qualities, strength endurance, dexterity; the pace can be uniform and/or variable, the priority method is to perform the exercise “until first failure”.²³

In addition, when performing physical exercises aimed at developing the physical qualities of the student, the following heart rate variations are observed: speed development exercises – 150-160 hbpm; coordination abilities – 140 hbpm; speed-strength, speed and speed-strength endurance – 170–190 hbpm; general endurance – 130–140 hbpm.²⁴

23 Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P. Vpravy z hyriamy u fizychnomu vykhovanni zdobuvachiv vyshchoi osvity: navch. Posibnyk [Exercises with kettlebells in the physical education of students of higher education: a study guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - “Ruta” publishing house, 2021. 528 s.; <https://elar.naiuu.kiev.ua/items/0db66888-cfda-481b-8a28-8214fc4a07dd>

24 Hryban H. P., Prontenko K. V., Prontenko V. V. [ta in.] Hyrovyyi sport u vyshchykh navchalnykh zakladakh : navch. Posibnyk [Kettlebell sports in higher educational institutions: study guide]; za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - “Ruta” publishing house, 2014. 400 s.

A wide toolset of physical exercises was used to develop strength qualities:

- general preparatory exercises comprised 50–70% of the total volume of exercises used in the educational and training process;
- special preparatory and auxiliary exercises – up to 20–35%;
- competitive exercises – 10–40% of the total amount of exercises.²⁵

The ration of corresponding means varied according to the level of preparedness of the learners. Thus, to perform the tasks of the general preparatory cycle, exercises that ensure comprehensive functional development of the body are used, namely: exercises for the development of strength qualities should make up 50% of the volume of general preparatory exercises (weightlifting with kettlebells, barbells and other types of weights, exercises on gymnastic shells, exercises with weight of student's and partner's bodies); for the development of endurance (cross training, exercises with weights and one's own body weight) – 30% and for the development of other physical qualities – 20%.

When planning the load, it is important to consider the individual capabilities of each higher education seeker since not every individual can perform the recommended number of lifts in each exercise without preliminary correctional training. Thus, the number of repetitions of the exercise should be decreased correspondingly, moreover, individual-oriented method must be applied. Remarkable improvement in physical fitness allows the increased number of lifts to be performed. Therefore, the method of developing the strength qualities of the learners involved algorithmizing – mastering not only the technique of performing exercises, but also clearly defined the order of application of physical exertion, periods of rest and recovery of work capacity, which ensured the solution of educational tasks.

Thus, the management of the development of strength qualities of students in the educational process of physical education is formed on the basis of designing and adjusting the content of the educational process, taking into account the individual-oriented approach to the choice of motor activity, kettlebell sports in particular, and includes: determining the aim of the training as well as the levels of kettlebell sports mastery; selection of means, methods, pedagogical factors and conditions that will contribute to the achievement of

²⁵ Hryban H. P., Prontenko K. V., Tkachenko P. P., Boiko D. V. Fizychna pidhotovka studentiv u hyrovomu sporti: navch.-metod. Posib [Physical training of students in kettlebell sports: educational and methodical Guide]. Za red. H. P. Hrybana. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - Zhytomyr : "Ruta" publishing house, 2014. 118 s.

the goal; creating a structure for planning and conducting educational and training classes, i.e. modeling; systematic selection and structuring of the content of educational and training classes, which correspond to the given goal and level of preparedness of the students; systematic evaluation of the performance of tasks and monitoring of the mastery of the content of the educational and training process.²⁶

The theoretical provisions of the organization of pedagogical research allow us to consider the method of developing the strength qualities of higher education seekers by the means of kettlebell sports as an open dynamic system that has many interconnected and interdependent elements. During the creation of the above-mentioned methodology, it was considered that its connections and components can be influenced by environmental factors such as the quality of life of the students, the system of pedagogical influences, age and functional capabilities and individual preferences. The methodology for the development of strength qualities of learners consists of four major components, namely: motivational, organizational, content and evaluation, which have many internal connections between their elements, and include the goal, tasks, objectives, content, principles, methods, forms, means of control, evaluation, assessment, and measurement of the process of training and its results respectively. All components of the methodology are aimed at achieving the goal of developing the personality of the student through the educational and training process by the means of active participation in kettlebell sports as well as performing competitive exercises.

26 Hryban H. P., Tkachenko P. P. *Osnovy pidhotovky v hyrovomu sporti : navch.-metod. Posibnyk* [Basics of training in kettlebell sports: educational and methodical guide]. Zhytomyr : Vyd-vo «Ruta» - Zhytomyr : "Ruta" publishing house, 2013. 100 s.; http://eprints.zu.edu.ua/26571/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82._%D1%80%D0%B5%D0%BA._%D0%93.%D0%A1_3.PDF

САВЧЕНКО Андрій Володимирович,
доктор юридичних наук, професор,
Державне бюро розслідувань,
академік Національної академії наук вищої освіти України
ORCID ID: 0000-0003-2101-296X

ПРОТИДІЯ КОРУПЦІЙНИМ КРИМІНАЛЬНИМ ПРАВОПОРУШЕННЯМ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ОРГАНАМИ ДЕРЖАВНОГО БЮРО РОЗСЛІДУВАНЬ

Державне бюро розслідувань (далі – також ДБР) є державним правоохоронним органом, на який покладаються завдання щодо запобігання, виявлення, припинення, розкриття та розслідування кримінальних правопорушень, віднесених до його компетенції (ст. 1 Закону України «Про Державне бюро розслідувань»)¹. Це відносно новий окремий правоохоронний орган, компетенція якого поширюється на кримінальні правопорушення, скоєні вищими посадовими особами держави, правоохоронцями, суддями та військовослужбовцями². До переліку таких кримінальних правопорушень безумовно входять і корупційні, небезпека яких є очевидною, особливо якщо вони вчиняються в умовах воєнного стану в Україні.

Як зазначає І. Ковальчук, аналіз групи повноважень, якими наділяється ДБР, дозволяє визначити його як орган, діяльність якого спрямована на боротьбу з корупційними правопорушеннями, при цьому його повноваження чітко відмежовані від повноважень Національного антикорупційного бюро України (далі – НАБУ) у сфері досудового розслідування корупційних правопорушень, що має забезпечити уникнення дублювання функцій³. У свою чергу В. Шкелебей та Т. Яцик уточнюють, що саме ДБР наділене повноваженнями здійснювати розслідування корупційних правопорушень, які вирізняються такими харак-

1 Про Державне бюро розслідувань : Закон України від 12.11.2015 № 794-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/794-19#Text> (09.11.2023).

2 Запорожец А. М., Смоков С. М. Роль оперативних підрозділів у становленні Державного бюро розслідувань як окремого спеціалізованого правоохоронного органу // Південноукраїнський правничий часопис. 2023. № 1. С. 271–277. С. 272.

3 Ковальчук І. С. Особливості правового статусу Державного бюро розслідувань // Держава та регіони. Серія: Право. 2020. № 4 (70). С. 221–225. С. 223.

терними ознаками: статусом посадових осіб, які обвинувачуються у вчиненні злочинів, та характером і тяжкістю правопорушень⁴. Водночас відповідно до абзацу 14 ч. 1 ст. 1 Закону України «Про запобігання корупції» ДБР не належить до спеціально уповноважених суб'єктів у сфері протидії корупції (натепер такими органами є органи прокуратури, Національної поліції, НАБУ, Національне агентство з питань запобігання корупції)⁵. Попри таку ситуацію здійснення досудового розслідування у кримінальних провадженнях щодо корупційних кримінальних правопорушень є одним із найпріоритетніших напрямів у правозастосовній діяльності слідчих ДБР⁶. Крім того, 01.07.2021 Верховною Радою України у першому читанні було прийнято проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення правових засад діяльності Державного бюро розслідувань»⁷, яким передбачено віднести ДБР до спеціально уповноважених суб'єктів у сфері протидії корупції.

У 2022 та 2023 рр. протидія ДБР корупційним кримінальним правопорушенням була зумовлена впливом ряду негативних чинників та наявністю об'єктивних і суб'єктивних обставин, викликаних збройною агресією російської федерації проти України, введенням 24.02.2022 та подальшим неодноразовим продовженням на території нашої держави воєнного стану. Водночас така протидія забезпечується ДБР за різними напрямками, зокрема правовому, організаційно-методичному, законотворчому, міжнародному. При цьому задіяні всі можливі сили та засоби, зокрема зорієнтовано наявні оперативні джерела, здійснюється постійний моніторинг відкритих джерел інформації, у тому числі медіа, тощо.

Важливе значення для загальної оцінки протидії корупційним кримінальним правопорушенням має статистична звітність про роботу органів досудового розслідування ДБР (звітність за формою № 1-СЛ (ДБР)), яка здійснюється на підставі спільного наказу керівників правоохоронних

4 Шкелебей В., Яцик Т. Підслідність корупційних та пов'язаних із корупцією правопорушень як злочинів у сфері службової діяльності // Підприємництво, господарство і право. 2019. № 11. С. 345–349. С. 348–349.

5 Про запобігання корупції : Закон України від 14.10.2014 № 1700-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1700-18#Text> (09.11.2023).

6 Кваліфікація слідчими органів Державного бюро розслідувань окремих кримінальних правопорушень : практ. посіб. / О. Ф. Удовиченко, О. М. Артюх, А. Л. Медведенко, С. Ю. Костін, К. В. Константинов, А. В. Савченко, В. Л. Соколкін; Передмова: О. О. Сухачов ; за наук.-практ. ред. д.ю.н., проф. А. В. Савченка; за заг. ред. д.ю.н., засл. юриста України, Директора Державного бюро розслідувань О. О. Сухачова. Київ : Державне бюро розслідувань, 2023. 394 с. С. 99.

7 Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення правових засад діяльності Державного бюро розслідувань : проект Закону України (реєстраційний № 5305 від 26.03.2021). URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71528 (09.11.2023).

органів, починаючи з липня 2020 року⁸. Крім того, відповідно до ст. 23 Закону України «Про Державне бюро розслідувань» Директор ДБР щороку, до 15 лютого, подає Президенту України та Верховній Раді України письмовий звіт про діяльність Державного бюро розслідувань за попередній рік. Зокрема, доступ до інформації щодо звіту про діяльність ДБР за 2022 р. можливо отримати за посиланням: <https://dbr.gov.ua/reports/zvit-pro-diyalnist-derzhavnogo-byuro-rozsliduvan-za-2022-rik>. Також, зважаючи на вимоги частини першої ст. 27 Закону України «Про Державне бюро розслідувань», ДБР через медіа, на своєму офіційному веб-сайті та в інших формах регулярно інформує суспільство про свою діяльність⁹.

Відповідно до відомостей за формою №1-СЛ(ДБР) (Таблиця 9 «Кількість скерованих до суду обвинувальних актів про кримінальні корупційні правопорушення (без повторних)»), у 2022 р. слідчі ДБР направили до суду 293 (з них 225 – щодо працівників правоохоронних органів) обвинувальні акти щодо 362 (з них 264 – щодо працівників правоохоронних органів) осіб про корупційні кримінальні правопорушення. Основними завданнями під час досудового розслідування таких фактів було встановлення організаторів кримінальних правопорушень, виявлення всіх ланок злочинних ланцюжків, притягнення до кримінальної відповідальності керівників-корупціонерів.

Наприклад, до суду направлено обвинувальні акти щодо: начальника відділу Головного управління ДПС у Вінницькій області; начальника митного посту «Рені» Одеської митниці; начальника Очаківського відділу Миколаївської окружної прокуратури Миколаївської області; керівника Управління Державного агентства рибного господарства у Львівській області; начальника Закарпатського обласного управління лісового та мисливського господарства; начальника прикордонного оперативно-розшукового відділу Харківського прикордонного загону Східного регіонального управління ДПС України; начальника Костянтинівського міського відділу Державної міграційної служби України в Донецькій області; заступника начальника відділу організації, планування та аналізу інспекторської діяльності управління з контролю за використанням та охо-

8 Про затвердження форм звітності про роботу органів досудового розслідування : спільний наказ від 28.07.2020 № 337/564/206/123/363/85. URL: https://old.gp.gov.ua/ua/ngpu2019.html?_m=publications&_t=rec&id=262782 (09.11.2023).

9 Про Державне бюро розслідувань : Закон України від 12.11.2015 № 794-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/794-19#Text> (09.11.2023).

роною земель Головного управління Держгеокадастру у Дніпропетровській області; виконувача обов'язків начальника митного поста «Одеса-автомобільний» Одеської митниці та ін.

Сума збитків у закінчених кримінальних провадженнях становила понад 256 млн грн. З метою відшкодування зазначених збитків слідчими ДБР було накладено арешт на майно підозрюваних на суму понад 79,5 млн грн. Під час досудового розслідування було відшкодовано понад 2 млн грн.

Окрім цього, у ДБР було визначено додаткові пріоритетні напрями роботи слідчих щодо запобігання кримінальним правопорушенням в бюджетній сфері, унаслідок чого тільки протягом 2022 р. розпочато досудове розслідування у 123 кримінальних провадженнях щодо таких кримінальних правопорушень. Також у 2022 р. слідчими ДБР було викрито 4 злочинних угруповання із корупційними зв'язками, до складу яких входило 23 особи.

Водночас у період з січня по жовтень 2023 р. слідчі ДБР направили до суду 327 (з них 249 – щодо працівників правоохоронних органів) обвинувальних актів щодо 428 (з них 306 – щодо працівників правоохоронних органів) осіб про корупційні кримінальні правопорушення. Сума збитків у закінчених кримінальних провадженнях про корупційні кримінальні правопорушення становила понад 158,5 млн грн, при цьому вже відшкодовано збитків на суму понад 6,1 млн грн. Для забезпечення відшкодування завданих збитків накладено арешт на майно на суму понад 62,9 млн грн. Сума неправомірної вигоди за закінченими кримінальними провадженнями за січень–жовтень поточного року становила понад 18,3 млн грн. Крім цього, у 2023 р. було викрито 9 злочинних угруповань із корумпованими зв'язками, до складу яких входило 22 особи.

Важливо наголосити, що у 2023 р. працівники ДБР ініціювали арешт гелікоптера, опосередкованим власником якого є екснардеп, акціонер банку АТ «Банк «Фінанси та Кредит» Костянтин Жеваго, якому було повідомлено про підозру у вчиненні кримінальних правопорушень передбачених ч. 3 ст. 27, ч. 5 ст. 191, ч. 3 ст. 209 Кримінального кодексу України (далі – КК України). Крім цього, підозри повідомлені низці топ-менеджерам цього банку, які організували механізм розтрати 113 млн доларів США фінансової установи, чим завдали великої шкоди інтересам держави та вкладників банку¹⁰.

10 За ініціативи ДБР арештовано гелікоптер Костянтина Жеваго (ВІДЕО) // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/za-iniciativi-dbr-areshtovano-gelikopter-kostyantina-zhevago> (09.11.2023).

Також на підставі зібраних ДБР матеріалів Міністерство юстиції України направило позов до Вищого антикорупційного суду України (далі – ВАКС) щодо націоналізації активів російського олігарха Аркадія Ротенберга та членів його родини на території України. 20.03.2023 ВАКС прийняв рішення про конфіскацію контрольної частини корпоративних прав, цілісних майнових комплексів, рухомого та нерухомого майна, грошових коштів на банківських рахунках, в тому числі ТОВ «Авангард-Віларті» та ТОВ «ІС «Либідь», які є власниками торгово-розважального центру «Ocean Plaza»¹¹.

Крім цього, у квітні поточного року слідчі ДБР завершили досудове розслідування та направили до суду обвинувальний акт щодо правоохоронця з Донеччини, який з компенсації потерпілому хотів отримати «відсоток». Встановлено, що фігурант запропонував громадянину уникнути кримінальної відповідальності за спричинення тілесних ушкоджень його знайомому. Правоохоронець вимагав перерахувати 100 тис. грн на рахунок потерпілого. Частку з цих грошей правоохоронець хотів забрати собі за закриття кримінального провадження. У разі відмови надати гроші фігурант погрожував призначити додаткову експертизу, за результатами якої він обіцяв змінити кваліфікацію злочину на більш тяжку. Працівники ДБР затримали фігуранта при отриманні частини неправомірної вигоди. Колишній правоохоронець обвинувачується в одержанні неправомірної вигоди (ч. 3 ст. 368 КК України)¹².

Показовими були результати спільної спецоперації ДБР та Служби безпеки України «Митниця – для України», що дозволило попередити мільйонні втрати бюджету під час війни, адже митні надходження суттєво впливають на стабільність фінансової системи нашої держави. При цьому з початку 2023 р. працівники ДБР провели обшуки у центральному апараті Державної митної служби та Волинській, Львівській, Тернопільській, Чернівецькій, Одеській, Київській, Рівненській і Закарпатській регіональних митницях України. Встановлено близько 50 приватних компаній та фірм, які допомагали фігурантам реалізовувати тіньові схеми. Натепер діяльність цих компаній заблокована¹³.

11 За матеріалами ДБР держава націоналізувала активи підсанкційних комерційних структур та їх власників на мільярди гривень // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/za-materialami-dbr-derzhava-nacionalizovala-aktivi-pidsankcijnih-komercijnih-struktur-ta-ih-vlasnikiv-na-milyardi-griven> (09.11.2023).

12 За матеріалами ДБР судитимуть правоохоронця, який за гроші закривав кримінальне провадження // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/za-materialami-dbr-suditimut-pravoohoronca-yakij-za-groshi-zakrivav-kriminalne-provadhennya> (09.11.2023).

13 Спецоперація ДБР та СБУ «Митниця – для України» дозволила попередити мільйонні втрати бюджету // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/specoperaciya-dbr-ta-sbutmitnicya-dlya-ukraini-dozvolila-poperediti-miljonnivtrati-byudzhetu> (09.11.2023).

Поряд із цим у травні 2023 р. слідчі ДБР завершили досудове розслідування стосовно начальника відділу митного поста «Тиса» Закарпатської митниці та його заступника, які вимагали та отримали від перевізників 10,6 тис. євро за нестворення штучних перешкод при перетині кордону та незатягування проходження митних формальностей пасажирами автобусів. Митники обвинувачуються в одержанні службовою особою, яка займає відповідальне становище, неправомірної вигоди для себе та третіх осіб, вчиненому за попередньою змовою групою осіб (ч. 3 ст. 368 КК України). Обвинувальний акт направлено до суду¹⁴.

У серпні поточного року слідчі ДБР також завершили досудове розслідування стосовно двох офіцерів військових частин Дніпропетровської області, які привласнили понад 3,5 млн грн, що призначалися для виплат військовослужбовцям. Обвинувальний акт скеровано до суду. Встановлено, що для реалізації протиправної схеми начальник відділення персоналу штабу та начальник стройової частини підробили документи та «влаштували» в частину близько 10 цивільних осіб, які жодного відношення до служби не мали, а просто отримували грошове забезпечення, у тому числі доплати за нібито участь у бойових діях. При цьому один з фігурантів вирішив підкупити слідчого за 10 тис. доларів США. Військового було затримано під час передачі неправомірної вигоди, а потім суд визнав його винним і засудив на 4 роки позбавлення волі за ч. 3 ст. 369 КК України. Нині ж обох фігурантів судитимуть за заволодіння чужим майном шляхом зловживання службовим становищем (ч. 5 ст. 191 КК України). У межах досудового розслідування, один з військових відшкодував частину вкрадених грошей на суму у понад 600 тис. грн¹⁵.

У жовтні 2023 р. слідчі ДБР завершили досудове розслідування стосовно керівниці відділу податкової служби в Кіровоградській області, яка вимагала неправомірну вигоду з підприємців за неперешкодження бізнесу. Гроші вона отримувала за «ручне» розблокування податкових накладних. Податківця скористалась існуючою негативною тенденцією масового блокування податкових накладних та віднесення їх до критеріїв ризиковості платника

14 ДБР завершило досудове розслідування щодо отримання хабарів начальником відділу митного посту на Закарпатті // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/dbr-zavershilo-dosudove-rozsliduvannya-shhodo-otrimannya-habariv-nachalnikom-viddilul-mitnogo-postu-na-zakarpatti> (09.11.2023).

15 ДБР завершило розслідування обладнання з привласненням керівництвом військової частини на Дніпропетровщині грошового забезпечення бійців // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/dbr-zavershilo-rozsliduvannya-oborudki-z-privlasnenniam-kerivniciv-vojskovoї-chastini-na-dnipropetrovshini-groshovogo-zabezpechennya-bijciv> (09.11.2023).

податку. Вона змушувала керівників підприємств «купувати» послуги реєстрації податкових накладних у «ручному режимі». «Такса» складала 1% від загальної суми. У червні поточного року ДБР затримало посадовицю «на гарячому». Тоді зловмисниця намагалася сховати гроші у дитячому візку. Під час обшуків за місцем проживання фігурантки знайдено мільйони грн у різних валютах. Досудове розслідування завершено беззаперечним визнанням підозрюваної своєї вини у скоєному злочині. За принципової позиції слідчих ДБР на потреби Збройних Сил України перераховано 268 тис. грн застави обраного запобіжного заходу. Посадовиця обвинувачується у зловживанні впливом (ч. 2 ст. 369² КК України). Обвинувальний акт направлено до суду¹⁶.

Необхідно наголосити, що на фоні бойових дій в Україні значно зростає запит суспільства щодо ефективної та дієвої боротьби з корупцією, тому ДБР посилює діяльність у цьому напрямку, орієнтуючись у першу чергу на досягнення результату. Зокрема, на виконання рішення Ради національної безпеки й оборони України від 11.08.2023 працівники ДБР посилили системну роботу щодо протидії зловживанням та порушенням у територіальних центрах комплектування та соціальної підтримки (далі – ТЦК та СП) й військово-лікарських комісіях (далі – ВЛК)¹⁷. Зокрема, у 2023 р. ДБР розслідувало 260 кримінальних проваджень, пов'язаних із роботою ТЦК та СП і ВЛК. До суду вже направлено 21 обвинувальний акт стосовно 35 осіб. Також ДБР повідомило про підозру ще 58 особам. У межах цих кримінальних проваджень ДБР також задокументувало факти отримання посадовцями неправомірної вигоди на суму майже 4 млн грн. Завдяки роботі ДБР суди арештували майно фігурантів на суму понад 3,2 млн грн¹⁸.

Проведений аналіз матеріалів кримінальних проваджень дозволяє стверджувати, що основними причинами та умовами, які сприяють вчиненню службовими особами корупційних та інших кримінальних правопорушень, пов'язаних із роботою ТЦК та СП і ВЛК, є:

16 За матеріалами ДБР судитимуть посадовицю податкової служби Кіровоградщини, яку викрили на мільйонних оборуках при реєстрації накладних // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/za-materialami-dbr-suditimut-posadovicu-podatkovoi-sluzhbi-kirovogradshhni-yaku-vikrili-na-milijonnih-oborudkah-pri-reestracii-nakladnih> (09.11.2023).

17 Про результати перевірки територіальних центрів комплектування та соціальної підтримки Збройних Сил України : рішення Ради національної безпеки й оборони України від 11.08.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0036525-23#n2> (09.11.2023).

18 ДБР розслідує 260 кримінальних проваджень за фактами порушень у військкоматах та військово-лікарських комісіях (ІНФОГРАФІКА) // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/dbr-rozslidue-260-kriminalnih-provazhen-za-faktami-porushen-u-vijskkomatah-ta-vijskovo-likarskih-komisijah> (09.11.2023).

1) наявність корупційної матеріальної складової, прагнення реалізувати мету наживи за рахунок використання владних повноважень, шляхом вирішення питань стосовно зняття з обліку військовослужбовців, потенційних призовників, які мають бажання уникнути мобілізації та подальшої військової служби в умовах військового стану;

2) недосконалість системи мобілізаційної підготовки та мобілізації в умовах воєнного стану, яка перебуває на стадії актуалізації та нормативно-правового корегування з урахуванням практичних проблем, які постали перед нею у період війни, при цьому знання про недоліки та прогалини у цій системі дозволяє окремим службовим особам ТЦК та СП і ВЛК використовувати ці негативні чинники на шкоду державі та водночас на свою власну користь;

3) низький рівень профілактичної роботи серед військових службових осіб, інших працівників ТЦК та СП і ВЛК, які мають недостатній рівень правових знань і не можуть здійснити адекватну оцінку як суспільно небезпечних наслідків вчинюваних ними протиправних діянь, так і меж кримінальної відповідальності та покарання за це, що породжує у таких суб'єктах почуття безвідповідальності та безкарності за вчинення злочинів;

4) зумовлена правовим режимом воєнного стану масштабність здійснення мобілізаційних заходів у державі та ухвалення рішення про мінімізацію медичних обмежень для призову, що змушує громадян України (насамперед чоловіків) шукати різноманітні шляхи для уникнення від мобілізації, що використовують окремі посадові особи ТЦК та СП і ВЛК, задовольняючи незаконні прохання ухильантів щодо вчинення певних дій або утримання від їх вчинення.

В організаційно-методичному плані ДБР здійснило розробку та видання ряду методичних рекомендацій і практичних посібників з питань кваліфікації та досудового розслідування корупційних кримінальних правопорушень, надало можливість своїм працівникам підвищити кваліфікацію з антикорупційної тематики, забезпечило відомчий контроль за досудовим розслідуванням актуальних кримінальних проваджень тощо. Крім того, у вересні 2023 р. ДБР приєдналося до Єдиного порталу викривачів корупції, на якому громадяни можуть повідомляти про факти зловживань, свідками яких вони стали. Цей спеціальний ресурс забезпечує анонімне надсилання повідомлень у тому числі працівниками

організацій щодо корупції в їхніх структурах. Інформація викривачів терміново надсилається уповноваженим підрозділам чи особам з питань запобігання та виявлення корупції, а також до спеціально уповноваженого суб'єкта у сфері протидії корупції. Отже, працівники ДБР оперативно перевірятимуть надіслану на їх адресу інформацію та реагуватимуть на неї в межах чинного законодавства та наданих повноважень¹⁹. Поряд із цим у самому ДБР затверджено Антикорупційну програму Державного бюро розслідувань на 2023–2025 роки²⁰.

Вагомою є участь ДБР у законотворчій роботі щодо удосконалення кримінальної відповідальності за корупційні кримінальні правопорушення. Тільки протягом 2022–2023 рр. у ДБР було опрацьовано, надано пропозиції та зауваження до таких проєктів законів України: «Про внесення змін до Кримінального кодексу України щодо посилення відповідальності за корупційні діяння під час дії воєнного стану» (реєстраційний № 7348 від 04.05.2022); «Про внесення змін до Кримінального кодексу України щодо посилення відповідальності працівників правоохоронних органів» (реєстраційний № 7657 від 11.08.2022); «Про внесення змін до Кримінального кодексу України щодо посилення кримінальної відповідальності за корупційні злочини, вчинені в умовах воєнного або надзвичайного стану» (реєстраційний № 9029 від 17.02.2023); «Про внесення змін до Кримінального кодексу України щодо посилення відповідальності за корупційні злочини, вчинені під час воєнного або надзвичайного стану» (реєстраційний № 9049 від 22.02.2023); «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо посилення боротьби з корупцією та хабарництвом» (реєстраційний № 9305 від 16.05.2023); «Про внесення змін до Кримінального та Кримінального процесуального кодексів України щодо посилення відповідальності за корупційні кримінальні правопорушення у сфері правосуддя» (реєстраційний № 9438 від 29.06.2023); «Про внесення змін до Кримінального процесуального кодексу України щодо розгляду кримінальних проваджень відносно суддів» (реєстраційний № 9497 від 17.07.2023); «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо прирівняння карності корупційних кримінальних правопорушень до державної зради на період воєнного стану

19 ДБР під'єдналося до Єдиного порталу викривачів корупції // Офіційний веб-сайт Державного бюро розслідувань. URL: <https://dbr.gov.ua/news/dbr-pidednalosya-do-edinogo-portalu-vikrivachiv-korupcii> (09.11.2023).

20 Про затвердження Антикорупційної програми Державного бюро розслідувань на 2023–2025 роки : наказ Державного бюро розслідувань від 14.02.2023 № 101. URL: <https://dbr.gov.ua/assets/files/antikor/prozatverdzhennya-antikorupcijnoi-programi-dbr-na-2023-2025-roki.pdf>.

в Україні» (реєстраційний № 9659 від 30.08.2023); «Про внесення змін до Кримінального кодексу України та Кримінального процесуального кодексу України щодо забезпечення ефективності здійснення кримінального провадження та притягнення до відповідальності за корупційні злочини» (реєстраційний № 10100 від 29.09.2023) тощо.

Показовими є успіхи ДБР й у сфері міжнародного співробітництва. Зокрема, у листопаді 2022 р. ДБР приєдналось до мережі європейських антикорупційних органів «Європейські партнери проти корупції» на підставі рішення, ухваленого на 21-й щорічній конференції та Генеральній асамблеї ЕРАС/ЕАСН (23–24.11.2022). У грудні 2022 р. ДБР стало членом Міжнародної асоціації антикорупційних органів (ІААСА) на підставі рішення 12-х Загальних Зборів цієї організації членів. У лютому 2023 р. ДБР приєдналось до Камденської міжвідомчої мережі з питань повернення активів (CARIN). У березні 2023 р. ДБР стало учасником Європейської Мережі органів з питань внутрішніх розслідувань (ІСІН) – мережі правоохоронних органів європейських країн, до повноважень яких належить проведення розслідувань корупційних кримінальних правопорушень, вчинених працівниками поліції.

Таким чином, протидія ДБР корупційним кримінальним правопорушенням в умовах воєнного стану є комплексною та системною. Вона охоплює різні напрями, зокрема правовий, організаційно-методичний, законотворчий, міжнародний. Водночас ДБР задіює всі можливі сили та засоби, оперативні джерела, забезпечує моніторинг відкритих джерел інформації, у тому числі медіа. Окреслені питання перебувають на постійному контролі керівництва ДБР. Важливе значення мають конкретні кількісні та якісні показники, які дозволяють неупереджено оцінити стан протидії ДБР корупційним кримінальним правопорушенням. При цьому вагомим результатом є направлення слідчими ДБР сотень обвинувальних актів у кримінальних провадженнях до суду. Паралельно ДБР встановлюються причини та умови, які сприяють вчиненню корупційних кримінальних правопорушень. З огляду на це є всі підстави відносити ДБР до спеціально уповноважених суб'єктів у сфері протидії корупції.

ТИМОШЕНКО Віра Іванівна,
доктор юридичних наук, професор,
Національна академія внутрішніх справ
ORCID: 0000-0003-2947-5627

РОЛЬ ПРАВА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СВОБОДИ ОСОБИСТОСТІ

Свобода є однією з основних філософських категорій, що характеризує сутність людини, її можливість діяти відповідно до своїх бажань. Для особистості наявність свободи є соціальним та моральним імперативом, критерієм її індивідуальності та рівня розвитку суспільства. Довільне обмеження свободи особистості, жорстка регламентація її свідомості та поведінки завдає шкоди як особистості, так і суспільству.

Ідея свободи, первинно обґрунтована у філософській літературі, була перенесена зі сфери ідей у реальне життя за допомогою права. Якоїсь іншої форми буття та вираження свободи у суспільному житті, крім правової, людство поки що не знайшло. Свобода неможлива там, де немає її правових обмежень, де не існують чітко визначені межі правосуб'єктності учасників правовідносин. Правову свободу можна розглядати як свободу волі, тобто можливість обирати варіанти своєї поведінки. Це також екзистенціальна свобода, що є первинною умовою існування суб'єкта права. Водночас правова свобода є умовою і засобом розвитку та вдосконалення людської особистості, суспільства загалом. При цьому ступінь реалізації свободи обмежується умовами реалізації права¹. Нині, коли відбуваються глибокі зміни соціальних відносин, пов'язаних з формуванням суспільства відкритого типу та зміною форм діяльності людини, зокрема усвідомлення різноманітних потреб людини й суспільства, визнання законними інтересів, які раніше такими не були, питання щодо правової форми свободи стає надзвичайно важливим.

Ч. 1 ст. 5 “Європейської конвенції з прав людини” проголошує, що кожен має право на свободу та особисту недоторканність². Це означає можливість робити все, що не порушує права інших людей та суспіль-

1 Гаврилов М. І. Право як міра свободи. Наука. Релігія. Суспільство. 2008. № 1. С. 21-22. URL.: <http://dspace.nbuv.gov.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/29106/03-Gavrylov.pdf?sequence=1>

2 Конвенція про захист прав людини і основоположних свобод (з протоколами) (Європейська конвенція з прав людини). 1950. Редакція від 01.08.2021. URL.: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_004#Text

ства загалом. Право на свободу, зокрема, включає комплекс конкретних правомочностей, що реалізуються в сфері особистих інтересів (право на невтручання в особисте життя, свобода пересування тощо), політичній сфері (свобода слова, свобода мирних зібрань та ін.), сфері соціально-економічній (право володіти, користуватися і розпоряджатися приватною власністю, право на підприємницьку діяльність, не заборонену законом та ін.). Особиста недоторканність передбачає неприпустимість будь-якого втручання ззовні в сферу індивідуальної життєдіяльності людини і охоплює фізичну та психічну недоторканність. Свобода також неможлива без юридичної рівності, дієвості законодавства, за сваволі чиновників та корупції.

Еволюція терміна “свобода” має давню історію³. Тлумачення цього терміна юридичною наукою завжди спиралось на філософське його розуміння. Свободу особистості у філософському смислі розглядають як можливість індивіда самовизначитись, мислити і діяти або утриматись від дій відповідно до своїх уявлень і бажань, а не внаслідок внутрішнього чи зовнішнього примусу. Свобода безпосередньо пов’язана з індивідом, стосовно якого власне й виправдане обговорення факту її наявності. Тобто це абстрактне, відносне поняття, реалізація якого залежить від бажання суб’єкта. Свободу можна розуміти як незалежність індивіда від будь-яких факторів, крім законів природи та власного розуму. Індивід на власний розсуд обирає мету та можливі варіанти своєї діяльності, він має простір свободи, у якому може порівнювати альтернативні варіанти, приймати рішення щодо своїх діянь, передбачати їх наслідки та оцінювати результати власної поведінки. Якщо втрачається можливість вільного вибору мети та способів своєї діяльності, це можна розглядати як втрату свободи. Людина має усвідомлювати наявну об’єктивну необхідність та законні інтереси інших осіб. Це обов’язкова умова становлення особистості. Свобода зазвичай сприймається як вираження певної вимоги, що висувається можливим контрагентам. З цього випливає онтологічний зв’язок свободи з правом і правами людини. Право логічно постає зі свободи⁴.

3 Lj. Ilijevski N., Ilik G. The Freedom as a Fruit of individual Liberty: operationalization of Liberty and demystification of Freedom. *Journal of Liberty and International Affairs*. 2020. № 2(1). P. 27-37. URL.: <https://e-jlia.com/index.php/jlia/article/view/58>

4 Бліхар В. С. Філософсько-правова інтерпретація свободи волі. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія ПРАВО. 2015. Вип. 34. Том 3. С. 149-152.

Варіанти поведінки людини гарантуються законодавством та визначені в правових нормах. У державах, де визнається принцип верховенства права, для громадян реалізується ще один принцип: дозволено все, що не заборонено законом. Свобода при цьому не повинна перетворюватись на сваволю, за якої межі могутності особи визначаються її силою, можливостями, впливом, підступністю. Сваволя є свободою для однієї особи, яка ігнорує свободу інших осіб, розглядає їх як перепону на шляху до своїх власних інтересів. Свобода ж для кожного є правом (як послідовним виключенням насилля) та рівністю.

Право з точки зору філософії являє собою соціальне (або природно-соціальне) явище, сукупність етичних цінностей (справедливість, гарантованість, порядок, моральність і т. ін.), що первинно тримаються на ідеї рівності. Рівним обов'язкам повинні відповідати рівні права. Право є претензією людини на певні матеріальні та духовні блага, у тому числі й на те, щоб вона мала певну автономію, яку іноді називають особистим простором. Під правом тут мається на увазі не соціальний інститут, не регулятор суспільних відносин, а суб'єктивне право. Свободою буде міра дозволеної поведінки, здійснюваної у сфері уповноваженої особи через обов'язки інших осіб. Саме суб'єктивне право абсолютно обґрунтовано пов'язується зі свободою, оскільки воно є мірою свободи. В об'єктивному ж плані свободу слід розуміти як встановлення певних кордонів, за межами яких суспільство й держава не можуть впливати на особистість, втручатися в її життя. Свободу в праві (юридичну свободу) можна визначити як юридично закріплену в нормативних актах можливість певної поведінки людини (свобода слова, свобода віросповідання, свобода пересування тощо). Це визначення стосується об'єктивного розуміння свободи. Соціальною основою права є визнання автономії особистості. Розуміння права як міри та форми свободи показує можливість розкриття пріоритету людської особистості у складній структурі соціальних явищ. Право – це формальна свобода, формальна рівність людей. Правова рівність робить свободу можливою та дійсною у загальній нормативно-правовій формі, у вигляді певного правопорядку.

Критерієм розмежування права і свободи (в суб'єктивному сенсі) може бути наявність чіткого механізму реалізації права. Адже право, на відміну від свободи, зазвичай передбачає наявність конкретної сфери за-

стосування нормативного акту, юридичного механізму його реалізації. Слід визнати, що термін «свобода» на відміну від права на щось передбачає більш широкі можливості індивідуального вибору, не окреслюючи його конкретного результату.

Зазначені поняття можна розмежовувати за критерієм наявності обов'язків інших осіб для реалізації прав і свобод. Свобода співвідноситься з простим дозволом, вона не забезпечена юридичним обов'язком, крім обов'язку всіх і кожного утримуватись від скоєння будь-яких діянь, що порушують цю свободу. Тобто це свобода від чогось, або негативна свобода. У праві ж права однієї особи забезпечені обов'язками іншої особи. Право зазвичай реалізується через відповідні обов'язки держави чи іншого зобов'язаного суб'єкта вчинити якусь позитивну дію для реалізації відповідного права, вказуючи при цьому на зобов'язану особу. Право тут співвідноситься з кваліфікованим дозволом і урівноважене чимось обов'язком позитивної дії, що забезпечує це право⁵.

Свобода особистості може проявлятися на різних рівнях. Перш за все свобода проявляється як свобода волі – внутрішня характеристика особистості, притаманна їй від народження. Саме завдяки свободі волі людина усвідомлює свою відповідальність за власні діяння, визначає власну поведінку, відповідно може бути суб'єктом права, що вчиняє юридично значимі діяння.

На наступному рівні свобода особистості постає як правова характеристика, що визначає рівень правових можливостей особистості, її статус у державі та суспільстві. Індивід, як носій свободи, протистоїть суспільству, має власні інтереси, які не співпадають з інтересами спільноти, та засоби реалізації цих інтересів. Водночас він має дотримуватись певних принципів, норм та правил поведінки. Тут реалізується негативний метод регулювання суспільних відносин, індивід має так звану негативну свободу, а саме свободу від загроз різного характеру, можна сказати, що отримує певні гарантії безпеки від діянь інших осіб та сваволі держави. Індивід набуває статусу людини і громадянина, що має право на життя, гідність, свободу слова, юридичну рівність, інші права і свободи, гарантовані державою. Отримавши гарантії особистої безпеки, людина отримала право на власні діяння, тобто свободу діяти відповідно до своїх інтересів.

5 Шафалович А. А. Некоторые аспекты современного понимания свободы в праве. *Teisė. Vilnius university law Journal*. 2019. Vol. 113. P. 214–223. DOI: <https://doi.org/10.15388/Teise.2019.113.13>

Третій рівень свободи особистості виявляється у діяльній характеристиці індивіда. Діяльність реалізується на нормативно-правовому рівні за допомогою позитивного методу регулювання суспільних відносин. Індивід отримує певні блага, свободи, бере участь у суспільних справах, реалізує конкретні особисті, політичні, економічні та культурні права і свободи⁶. Тобто свобода стає основоположним принципом усіх сфер життєдіяльності суспільства.

Отже, свободу індивіда можна розглядати як взаємозв'язок волі, думок і діянь людини. При цьому воля у праві розглядається саме як вільна воля, яка протиставляється нічим не зв'язаній сваволі. Показником ступеня свободи є право. Свобода може бути виражена лише в праві. Відповідно критерієм правового закону є обсяг свободи, а право є мірилом свободи. Якщо відсутнє право, то відсутня й можливість захистити свободу, створити умови її реалізації. Свобода є реальною лише за наявності правової форми свого вираження.

Свободу у людській спільноті уособлює вільний індивід, який являє собою необхідну основу правоздатності та правосуб'єктності взагалі. Разом з тим свободу індивідів можна відобразити лише через загальний принцип та норми рівності цих індивідів у певній сфері та формі їхніх взаємин. Право не просто загальний масштаб і рівна міра, а загальний масштаб і рівна міра саме свободи індивідів. Якщо не забезпечується вільна індивідуальність, особистість, законні інтереси та правові претензії індивіда, у такому разі не можуть існувати суб'єкти права, правові відносини, правові закони.

Свобода передбачає відповідальність, навіть якщо це відповідальність моральна. Тому широкі верстви населення не завжди прагнуть до свободи. Необхідність у свободі вони легко замінюють потребою у комфорті, зручності та відсутності різноманітних труднощів та небезпек, які притаманні вільному самовизначенню, оскільки воно передбачає ризик та відповідальність.

Проблема свободи дуже актуальна у корумпованому суспільстві, оскільки корупція підриває права людини, верховенство закону й демократію⁷. Корупція зачіпає перш за все права людини, визнані між-

6 Alston Philip, Gerard Quinn. The Nature and Scope of States Parties' Obligations under the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights. *Human Rights Quarterly*. 1987. № 2. Vol. 9. P. 156–229. <https://doi.org/10.2307/762295>. Accessed 19 Oct. 2023.

7 Vira I. Tymoshenko, Sergiy I. Maksymov, Larysa O. Makarenko, Olena S. Kravchenko Sergiy S. Kravchenko. Threats to human rights in a globalized world. *Amazonia Investiga*. 2021. Vol. 10 - Issue 39. P. 9-15. DOI: <https://doi.org/>

народним правом. Найбільше страждають соціальні права, наприклад право на охорону здоров'я, на освіту, на працю. Деякі види корупції взагалі прирівнюють до дискримінації, за якої в обов'язковому порядку порушується принцип рівності та громадянські свободи⁸. Однак боротись з корупцією готові не всі. Більшість мовчки спостерігають, скаржаться на власне життя, краще сказати існування, наголошують на своїй безпорадності. Багато й таких, які самі є корупціонерами, але цинічно оголошують себе борцями з корупцією і за справедливість. Якщо для одних осіб є вигідним існування корупції, то інші бояться наслідків, які їх можуть спіткати у разі спроби боротись з цим явищем, тобто бояться відповідальності. Свобода тут приноситься в жертву примарним уявленням про власний спокій і добробут. Або ж люди просто впевнені у неможливості протистояти корупціонерам і не бажають марно витратити сили.

Отже, у філософському аспекті відповідальність безпосередньо пов'язана зі свободою. Передумовою відповідальності є свобода волі. Людина лише тоді може нести відповідальність за свої діяння, коли вони є вираженням її волі. Це положення спирається на розуміння людиною сутності справедливості та справедливого покарання. Відповідальність виконує функцію соціального регулятора і контролера поведінки людини. У зв'язку з цим особливої значимості набуває індивідуальна правосвідомість, яку можна розглядати як готовність людини лише до правомірної поведінки. Правосвідомість є основою належного сприйняття індивідом державної волі, розуміння норм чинного законодавства, свідомого виконання його вимог, а значить і забезпечення свободи.

Свобода має певні межі. Незалежні суб'єкти самим фактом свого спільного існування визначають межі власної свободи. Незалежність суб'єкта у певних відносинах передбачає його залежність в інших відносинах. Ця залежність одного індивіда від іншого базується на необхідності визнання суверенітету іншої особи як сфери, недоторканної для власної довільної поведінки. Лише там, де визнається рівна право-

org/10.34069/AI/2021.39.03.1

8 Amra Sabic-El-Rayessa, Naheed Natasha Mansur. Favor reciprocation theory in education: New corruption typology. *International Journal of Educational Development*. 2016. Vol. 50. P. 20-32. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2016.04.005>

суб'єктність іншої особи, а значить визнаються й взаємні обмеження свободи, можна говорити про наявність реальних прав, у межах яких і реалізується свобода.

Межі здійснення суб'єктивних прав і свобод – це законодавчо окреслені межі діяльності уповноважених осіб із реалізації можливостей, що складають зміст прав і свобод. Тобто межі свободи визначено правом. Критерієм визначення меж свободи є певні цінності. Наприклад, національна безпека, громадський порядок, моральність, здоров'я населення, права та свободи інших людей. Тобто особиста свобода багато в чому визначається суспільною свободою.

Індивідуальна свобода повинна бути урівноважена свободою інших людей і розумними вимогами суспільства. Будь-які обмеження прав або свобод, передбачені законодавством, повинні відповідати певним вимогам: вони повинні обґрунтовувати якусь правомірну мету; обмеження за будь-яких умов має бути виправданим⁹. Так, наприклад, демократія передбачає свободу слова, тобто можливість вільно висловлювати свої думки, ідеї, переконання, вірування, поширювати будь-яку інформацію, що не є забороненою для поширення. Міжнародно-правові документи, наприклад Міжнародний пакт про громадянські та політичні права (МПГПП), визнають “свободу вираження думок” як право, яке може здійснюватися “усно, письмово або за допомогою друку, художніх форм чи будь-яким іншим способом”. Проте держава може обмежити свободу слова з певних причин. Для цього державі необхідно обґрунтувати, що певні інтереси, які конкурують з інтересами людини щодо свободи вираження поглядів, є достатньою підставою для того, щоб покласти на зацікавлену особу обов'язок утриматись від повної реалізації своєї свободи. Їй довелося б покладатися на громадську думку, щоб продемонструвати такий обов'язок, і врешті-решт їй довелося б довести, що зацікавлена особа несе пряму відповідальність за будь-які шкідливі наслідки, що випливають з цієї поведінки. Відповідно, держава не може просувати певних мажоритарних інтересів або знімає свої позитивні зобов'язання, обмежуючи свободу особи¹⁰.

9 Bielefeldt H. Limiting Permissible Limitations: How to Preserve the Substance of Religious Freedom. 2020. URL.: https://brill.com/view/journals/rhrs/15/1-2/article-p3_2.xml?language=en

10 Gunatilleke G. Justifying Limitations on the Freedom of Expression. *Human Rights Review*. 2021. Vol. 22. P.91–108. URL.: <https://doi.org/10.1007/s12142-020-00608-8>

Свобода людини зазнає істотних обмежень у зв'язку з воєнним станом в Україні. Згідно зі ст. 1 Закону України “Про правовий режим воєнного стану”, воєнний стан як особливий правовий режим, який вводитьися в країні або окремих її місцевостях у разі збройної агресії чи загрози нападу, небезпеки державній незалежності України, її територіальній цілісності, крім надання відповідним органам державної влади, військовому командуванню та органам місцевого самоврядування повноважень, необхідних для відвернення загрози та забезпечення національної безпеки, ще передбачає тимчасове, зумовлене загрозою, обмеження конституційних прав та свобод людини і громадянина, а також прав і законних інтересів юридичних осіб із зазначенням строку дії цих обмежень¹¹.

Особливо актуальним є питання про правову форму свободи у період кардинальних змін всього комплексу соціальних відносин, пов'язаних з переходом від тоталітаризму до суспільства відкритого типу. Відбувається розкріпачення людських потенцій як у розумовій сфері, так і у формах діяльності, раніше заборонених, посилення їх за рахунок визнання різноманітності потреб та інтересів різних соціальних груп, природних прав та свобод особистості.

Права і свободи людини і громадянина повинні бути захищені від посягань не лише інших осіб, а й держави. Свободи людини, як і її права, не можуть бути скасовані державою на свій розсуд хоча б тому, що це загрожує існуванню самої держави. Питання щодо захисту державою свободи людини має вирішуватись виходячи із загального блага, індивідуальних інтересів та доцільності й необхідності. Людина повинна пам'ятати про необхідність, визнати вищу волю, яка стоїть над її сваволею. Ця воля втілюється в праві.

Таким чином, свобода є обов'язковим атрибутом особистості. Це стан суб'єкта, в якому він є визначальною причиною своїх діянь, які не зумовлені безпосередньо природними, соціальними та будь-якими іншими факторами. Цей стан має бути доповнено встановленням реальної громадянської свободи, яка засновується на законі, що гарантує можливість нею скористатися. Отже, свобода особистості, що регулюється моральними

11 Про правовий режим воєнного стану: Закон України від 12.05.2015 р. № 389-VIII : станом на 19.10.2023. URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>

імперативами, відрізняється від свободи людини, суб'єкта права, що має законодавче вираження.

Свобода людини неможлива без права, без законодавчої форми її реалізації. Будучи правовою категорією, свобода має певні ознаки: наявність ряду меж, встановлених державою у законодавчому порядку; можливість суб'єкта робити вибір діяти або не діяти; можливість обирати між кількома можливими варіантами поведінки. Свобода, не обмежена рамками закону як правового імперативу, що визначає межі практичної діяльності, перетворюється на свавілля, втрачає правовий характер і призводить до тоталітарного режиму. Відповідно реальна свобода не може бути безмежною.

Індивід, що користується свободою, не повинен порушувати як права і свободи інших осіб, так і ряд інших цінностей, таких як національна безпека, громадський порядок, моральність тощо. Права і свободи людини і громадянина мають бути захищені від сваволі держави, яка у законі має встановити можливі підстави та межі свого втручання у вказані права і свободи.

Свобода неможлива без юридичної рівності, без єдиного масштабу та рівної міри свободи. Свобода не лише не суперечить рівності (а саме правовій рівності), навпаки, вона може бути реалізована лише за допомогою рівності та втілена у цій рівності. Свобода людини з точки зору права є рівною для всіх, вона визначається законом, який поширюється на всіх і кожного. Свобода людини передбачає її відповідальність за свої діяння. Скоєння протиправного діяння за наявності всіх ознак, які утворюють склад правопорушення, є однією з підстав юридичної відповідальності. Отже, існує тісний зв'язок свободи, права, рівності, справедливості, правової свідомості та юридичної відповідальності.

Юридична наука мусить обґрунтувати як механізми забезпечення свободи в державі, так і способи подолання протиріч між свободою і необхідністю, свободою й рівністю, що можливо на основі усвідомлення цінності людської особистості та узгодження їх із факторами стабільності держави, що забезпечують її сталий розвиток.



ГУМЕНЮК Михайло Миколайович,

кандидат юридичних наук,

Національна академія Служби безпеки України

ORCID ID: 0009-0006-3118-721X

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРАВОВУ СИСТЕМУ

Термін «штучний інтелект» (ШІ) включає в себе різноманітність технологій, які імітують людський інтелект через програмне та апаратне забезпечення для вирішення складних завдань. ШІ використовує алгоритми для обробки даних, керуючи обчислювальними процесами, які допомагають у визначенні або сприяють визначенню кінцевих результатів. Сучасний світ демонструє численні приклади використання ШІ у багатьох галузях, від геймінгу та розваг до державних служб і медицини. При цьому відповідальність за діяльність та результати ШІ залишається на людях. З іншого боку, кримінальне право, яке є одним із ключових механізмів нормативного регулювання та соціального контролю, наразі не має чіткої позиції щодо ролі ШІ у своїй системі, незважаючи на його зростаючу автономію та діяльність поза межами людського контролю.

Необхідно зосередити увагу на вивченні правових відносин між людиною та штучним інтелектом¹. Це питання має особливу важливість, враховуючи нинішню невизначеність юридичного статусу ШІ. Аналогічно до історичного розвитку правового статусу юридичних осіб, сьогодення свідчить про зміну поглядів на можливість притягнення юридичних осіб до кримінальної відповідальності. Ще донедавна суспільство не уявляло можливості віднесення юридичних осіб до суб'єктів злочинів, але сучасність пропонує нові перспективи в цьому аспекті.

Ключовим у визначенні кримінальної відповідальності є наявність двох елементів: фактичного здійснення злочину і наміру та свідомості стосовно

¹ Клян А. Правове регулювання штучного інтелекту в Україні та світі: веб-сайт. URL: <https://golaw.ua/ua/insights/publication/pravove-regulyuvannya-shtuchnogo-intelektu-v-ukrayini-ta-sviti/> (дата звернення: 09.11.2023).

здійсненого. Важливо з'ясувати, чи здатен ІІІ відповідати цим критеріям, та чи можна застосувати аналогію з кримінальною відповідальністю юридичних осіб до штучного інтелекту.

Розглядаючи різні підходи до інтеграції ІІІ у кримінально-правові відносини, виділяють декілька моделей правового обґрунтування. Ці моделі необхідно розглядати не як взаємовиключні, а як комплексні та взаємодоповнюючі варіанти в рамках кримінально-правової системи. Це вимагає детального аналізу потенційних правових наслідків та механізмів впровадження ІІІ для забезпечення ефективного і справедливого використання таких технологій у правовому полі.

У контексті обговорення правових відносин між людиною та ІІІ, розглядаються кілька моделей правового обґрунтування:

- аналогія з юридичними особами: модель передбачає застосування аналогічних принципів до ІІІ, які вже використовуються для юридичних осіб. Це означає визнання ІІІ як суб'єктів з обмеженою відповідальністю та певними правами і обов'язками;
- модель специфічного регулювання ІІІ: моделлю пропонується розробка специфічного законодавства, яке б безпосередньо адресувало характеристики та можливості ІІІ, враховуючи їхній вплив на суспільство та етичні аспекти;
- розширена модель відповідальності: модель включає розширення існуючих правових рамок для включення відповідальності ІІІ. Це може включати механізми для визначення відповідальності за дії ІІІ, особливо в ситуаціях, коли вони діють автономно;
- модель співіснування та взаємодії: розглядається взаємодія між ІІІ та людьми, з акцентом на спільні права та обов'язки, а також на взаємний вплив одне на одного у правовому полі;
- модель регулювання через міжнародне право: модель передбачає створення міжнародних правових норм та стандартів для регулювання ІІІ на глобальному рівні.

Ці моделі пропонують різні підходи до інтеграції ІІІ у правову систему, кожна з яких має свої переваги та недоліки, та вимагають додаткового дослідження та аналізу для ефективного впровадження.

Модель аналогії з юридичними особами для регулювання ІІІ пропонує використовувати існуючі правові принципи та норми, призначені для

юридичних осіб, як основу для визначення статусу та відповідальності ШІ. Ця модель виходить з припущення, що ШІ може бути визнано суб'єктом правових відносин з певними правами та обов'язками, аналогічно до юридичних осіб, таких як компанії або організації.

В рамках цієї моделі, ШІ може бути надано статус юридичної особи, що дозволить їм укладати угоди, володіти майном, бути позивачем або відповідачем у судових процесах. Це також передбачає можливість притягнення ШІ до відповідальності за свої дії, зокрема в ситуаціях, коли вони виконують автономні рішення.

Однак, виникають питання щодо застосування традиційних правових норм до ШІ. Наприклад, як можна визначити «намір» або «свідомість» у випадку штучного інтелекту? Це особливо актуально, коли мова йде про кримінальну відповідальність, де важливими є концепції *actus reus* (злочинного акту) та *mens rea* (злочинного умислу).

Приведення ШІ до статусу юридичної особи може також вимагати внесення змін до існуючих законодавчих рамок, щоб врахувати унікальні характеристики та можливості штучного інтелекту. Це включає розробку нових законодавчих визначень та стандартів, які б враховували специфіку ШІ, а також механізмів для забезпечення дотримання цих стандартів.

Крім того, ця модель ставить під сумнів питання про етику та мораль, оскільки наділення ШІ статусом юридичної особи може мати значні соціальні та етичні наслідки. Наприклад, як суспільство має розглядати ШІ, який має права, схожі на права людини, але при цьому не має людських емоцій, моралі або свідомості?

В цілому, модель аналогії з юридичними особами пропонує цікавий підхід до врегулювання ШІ, але вона вимагає глибокого розуміння та адаптації існуючих правових принципів.

Модель специфічного регулювання ШІ виходить з того, що традиційні правові підходи можуть бути неадекватними для адресації унікальних викликів, пов'язаних з ШІ. В цій моделі пропонується розробка окремого законодавства, що спеціалізується на ШІ, з метою врахування його специфіки та потенційного впливу на суспільство.

Ця модель акцентує увагу на необхідності встановлення чітких правил та норм, які регулювали б використання та поведінку ШІ, зокрема в аспектах

відповідальності та етики. Законодавство може включати правила щодо прозорості алгоритмів ШІ, заходів безпеки, захисту даних та приватності².

Основною перевагою цього підходу є його гнучкість та здатність швидко адаптуватися до розвитку технологій ШІ. Однак, це також ставить перед законодавцями виклик у визначенні специфічних аспектів, які потребують регулювання, та у розробці відповідних законодавчих механізмів, що не гальмували б розвиток технологій.

Таке регулювання також вимагає глибокого розуміння технічних та етичних аспектів ШІ, щоб забезпечити, що законодавство є справедливим, ефективним та не призводить до непередбачуваних наслідків.

Модель розширеної відповідальності у контексті регулювання ШІ передбачає вдосконалення існуючих правових рамок для інтеграції специфічних аспектів відповідальності, пов'язаних з ШІ. Цей підхід вимагає розробки нових законодавчих механізмів та стандартів, які б визначали, яким чином ШІ може бути притягнуто до відповідальності за свої дії, особливо коли вони здійснюються автономно.

Ідея моделі полягає у розробці правових норм, які б дозволили визначити, хто несе відповідальність за дії ШІ: розробники, оператори, користувачі чи самі системи ШІ. Це може включати встановлення обов'язків щодо нагляду, контролю, та забезпечення безпеки ШІ.

Цей підхід також має на увазі можливість створення спеціальних страхових та компенсаційних фондів для покриття збитків, завданих діяльністю ШІ. Таким чином, модель не тільки зосереджується на визначенні відповідальності, але й на мінімізації потенційних шкідливих наслідків для постраждалих сторін.

Застосування моделі розширеної відповідальності вимагає глибокого аналізу взаємодії між людьми та ШІ, а також розуміння того, яким чином різні сторони можуть впливати на поведінку та рішення ШІ. Важливо також забезпечити, щоб таке регулювання не стримувало інновацій та розвитку технологій ШІ, але в той же час забезпечувало адекватний захист прав та інтересів усіх зацікавлених сторін.

Модель співіснування та взаємодії для регулювання ШІ фокусується на створенні правового середовища, яке сприяє гармонійній інтегра-

2 Барбашин С. Штучний інтелект: проблеми та перспективи правового регулювання в Україні та ЄС: веб-сайт. URL: <https://pravo.ua/shtuchnyi-intelekt-problemy-ta-perspektyvy-pravovoho-rehuliuвання-v-ukraini-ta-ies/> (дата звернення: 09.11.2023).

ції ШІ у суспільство, враховуючи взаємодію між ШІ та людьми. В цій моделі ключовим є розробка правових норм, які б визначали права та обов'язки як людей, так і ШІ, з акцентом на спільні інтереси та взаємний вплив одне на одного.

Підхід передбачає визначення правових рамок для взаємодії між людьми та ШІ, з урахуванням відповідальності за дії, здійснені ШІ та механізмів для запобігання можливим зловживанням або шкоді. Особливу увагу слід приділити забезпеченню безпеки, приватності та етичним аспектам використання ШІ.

Цей підхід також включає розробку стандартів для впровадження ШІ, для забезпечення, що технології розробляються та використовуються відповідально та з повагою до прав людини та соціальних норм.

Модель співіснування та взаємодії вимагає глибокого розуміння динаміки відносин між людьми та ШІ, а також розвитку механізмів для вирішення конфліктів та вирівнювання інтересів. Це дозволить створити основу для сталого розвитку та використання ШІ, сприяючи інноваціям та одночасно захищаючи права та благополуччя людей.

Модель регулювання ШІ через міжнародне право³ зосереджується на розробці глобальних стандартів та нормативних положень, які б регулювали використання та розповсюдження ШІ на міжнародному рівні. Враховуючи транснаціональний характер технологій ШІ та їх вплив на різні країни та культури, цей підхід наголошує на важливості міжнародної кооперації та узгодження законодавства.

Ця модель включає розробку міжнародних конвенцій, договорів та стандартів, які б встановлювали основні принципи та правила для розробки, розповсюдження та експлуатації ШІ. Таке регулювання може охоплювати питання етики, безпеки, приватності, інтелектуальної власності та відповідальності за дії ШІ.

Міжнародне регулювання ШІ також сприяло б уникненню «гонки озброєнь» у сфері ШІ та запобігання розробки та використання ШІ у військових цілях чи для порушення прав людини. Це вимагає співпраці між урядами, міжнародними організаціями, науковими спільнотами та приватним сектором.

3 EU AI Act: first regulation on artificial intelligence : веб-сайт. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence> (дата звернення: 09.11.2023).

Однак, викликом для цієї моделі є розбіжності у законодавстві, економічних інтересах та культурних нормах різних країн. Тому, ефективне міжнародне регулювання вимагає балансу між універсальними стандартами та врахуванням локальних особливостей. Розробка та імплементація таких міжнародних норм стане значним кроком до відповідального та безпечного використання ШІ на глобальному рівні.

У висновках до теми правового регулювання ШІ важливо підкреслити, що ефективне правове регулювання ШІ є складним та багатограним завданням. Воно вимагає глибокого розуміння технологічних особливостей ШІ, його потенційного впливу на суспільство та взаємодії з людьми.

Ключовим є розробка правових рамок, які б враховували унікальність та динаміку ШІ, одночасно захищаючи права та інтереси людей. Це включає встановлення правил щодо відповідальності за дії ШІ, прозорості алгоритмів, безпеки та приватності.

Важливо також враховувати етичні аспекти використання ШІ, оскільки вони безпосередньо впливають на соціальне сприйняття та довіру до цих технологій. Забезпечення етичних стандартів в розробці та використанні ШІ є критично важливим для його прийняття та інтеграції у суспільство.

Окрім цього, враховуючи глобальний характер ШІ, потрібно прагнути до міжнародної координації та узгодження законодавчих ініціатив. Це дозволить створити єдиний правовий простір, який ефективно регулює ШІ, мінімізуючи правові конфлікти та розбіжності.

Правове регулювання ШІ стоїть перед необхідністю знайти баланс між сприянням інноваціям та захистом суспільних інтересів. Ефективне регулювання повинне спиратися на гнучкість, передбачуваність та здатність адаптуватися до швидких змін у галузі технологій.

ЗАКІЄВ Вадим Ісламович,

к.т.н., доцент, доцент кафедри конструкції літальних апаратів,
Національний авіаційний університет
ORCID ID: 0000-0003-4027-3727

ЯКУШЕНКО Олександр Сергійович,

к.т.н., с.н.с., доцент кафедри авіаційних двигунів
Національний авіаційний університет України
ORCID ID: 0000-0002-1036-7960

ЮЦКЕВИЧ Святослав Сергійович,

к.т.н., доцент, завідувач кафедри конструкції літальних апаратів,
Національний авіаційний університет
ORCID ID: 0000-0001-6650-4453

ІГНАТОВИЧ Сергій Ромуальдович,

д.т.н., професор, кафедри конструкції літальних апаратів,
Національний авіаційний університет
ORCID ID: 0000-0001-9322-2195

ЗАКІЄВ Максим Ісламович,

професіонал з інтелектуальної власності
ТОВ «ДЖІ ЛІГАЛ»
ORCID ID: 0009-0009-0666-0644
Україна

ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО БЕЗКОНТАКТНОГО 3D ПРОФІЛОМЕТРУ

Контактні профілометри широко застосовуються в техніці для оцінки якості оброблених поверхонь. Зазвичай, результати виміру представлені у вигляді малоінформативних профілограм. Для тривимірної реєстрації топографії поверхні з нанометричною роздільною здатністю авторами в 2003 році був розроблений безконтактний інтерференційний профілометр «Micron-alpha»¹. Розроблений профілометр було використано при проведенні досліджень, результати яких наведено далі. Прилад призначений для реєстрації мікротопографії поверхонь методом обробки послідовності інтерференційних картин і дозволяє будувати 2D та 3D профілі поверхні (рис. 1), кількісно оцінювати характеристики поверхні з нанометричною роздільною здатністю (всі відомі параметри шорсткості), об-

1 Ігнатів С. Р., Закиєв І. М., Закиєв В. І., Юцкевич С. С. Безконтактний тривимірний профілометр. Патент на корисну модель. № 39972, 25.03.2009; Ігнатів С. Р., Закиєв І. М. Контроль якості поверхні з використанням інтерферометричного профілометра. «Винахідник і раціоналізатор» Научн. журнал. 2007. № 6, с. 8-11

числювати радіус закруглення, обсяг виступу (впадини) та обчислювати площі складної поверхні.

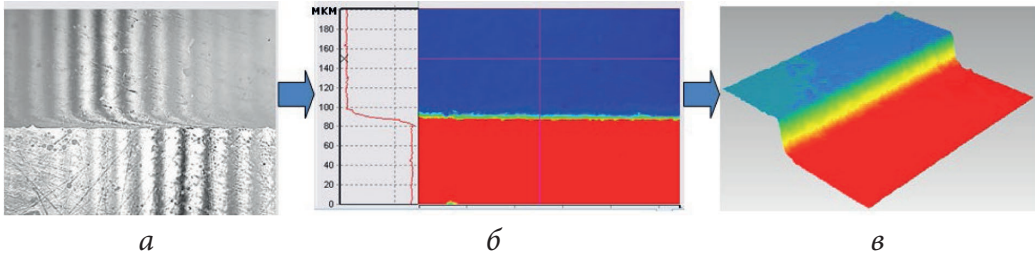


Рис. 1. Етапи формування 3D топографії з послідовності інтерференційних картин:
 а – мікрофотографія інтерференційної картини сходинки,
 б – вертикальний переріз профілю та 2D топографія поверхні,
 в – 3D топографія поверхні

На рис. 2 представлено зовнішній вигляд інтерфейсу з профілограмою поверхні точіння та наведені автоматично розраховані параметри шорсткості такі як: R_a – середньоарифметичне відхилення профілю, R_z – найбільша висота профілю, R_{max} – повна висота профілю, S_m – середній крок нерівностей, тощо.

За допомогою описаного приладу було виконано ряд досліджень, результати яких наведено далі.

Вимір топографії волоконно-оптичних з'єднань (фідерів)

Розвиток волоконно-оптичних систем передачі інформації іде по шляху збільшення інформаційних потоків за рахунок збільшення швидкості передачі кожного каналу зв'язку. Для того, щоб гарантувати надійну роботу з'єднань і стабільність їх параметрів протягом заданого терміну служби необхідно забезпечити оптимальну форму їх оптичних поверхонь, по яких здійснюється контакт в з'єднаннях².

Функція конектора полягає в тому, щоб максимально точно з'єднати волокна двох частин з'єднання, забезпечуючи при цьому безперервність оптичного шляху в точці їх контакту. Відповідно до технічних умов два ферули і вклеєні в них волокна з'єднуються в точці контакту під дією сили стиснення. При цьому волокна деформуються в центральній частині (по торцям) таким чином, що утворюють контакт волокон без повітряного зазору між ними. При цьому, значна частина сили тиску від замка з'єднання перерозподіляється на поверхню ферула для запобігання перенапруженню волокна і, тим самим, погіршенню оптичних параметрів,

2 Базакуца П. В., Лоис Черчель. Интерферометрический метод измерения параметров оптических разъемов // Измерительная техника. – 2004. – № 1. – с. 42-45.

передчасному старінню і навіть руйнуванню волокон в точці контакту. Щоб забезпечити дотримання вказаних умов геометричні параметри поверхні торця ферула повинні відповідати достатньо жорстким вимогам. Необхідним є також контроль дефектів на поверхні оптичного волокна та якості полірування.

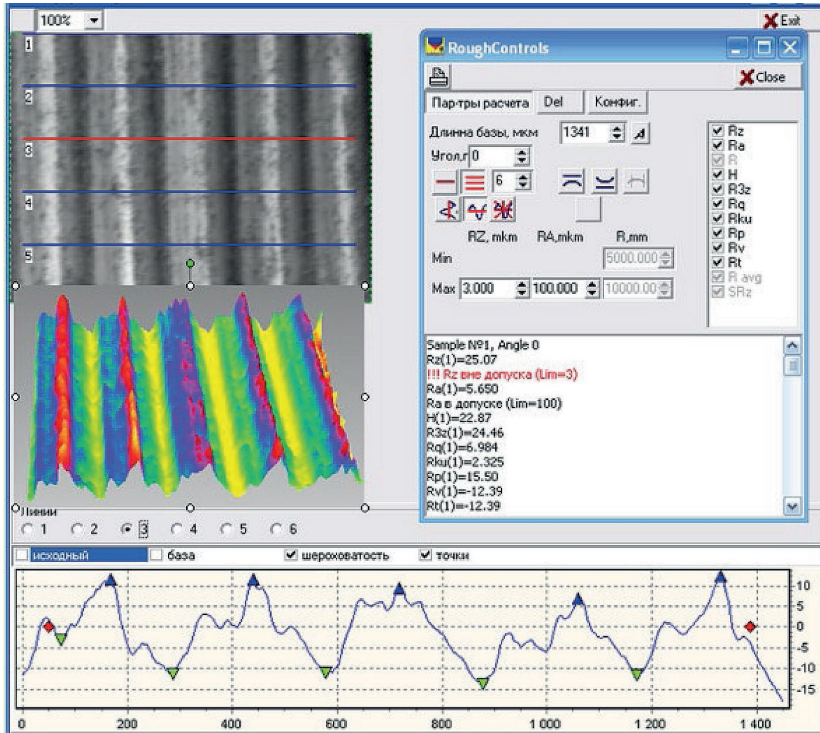
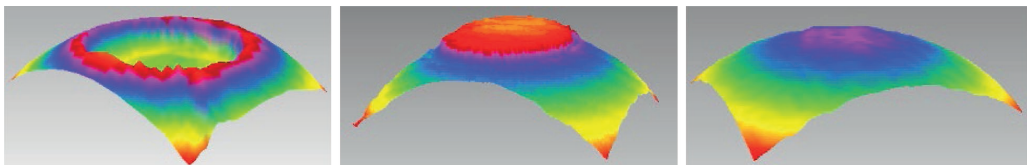


Рис. 2. Зовнішній вигляд інтерфейсу програмного забезпечення з розрахованими параметрами шорсткості

На рис. 3 представлені тривимірні зображення поверхонь з'єднань SC/PC трьох різних виробників, а в табл. 1 наведені розраховані геометричні параметри з висновками про якість виробу.

Джерело: дослідження автора



а

б

в

Рис. 3. Тривимірна топографія поверхні торця ферула різних виробників: ферул №1 (а); ферул №2 (б); ферул №3 (в)

Результати виміру геометричних параметрів з'єднань типу SC/PC

Джерело: дослідження автора

№	Радіус, мм	Зміщення апексу, мкм	Заглиблення волокна, нм	Шорсткість (Ra), нм	Діаметр волокна, мкм	Висновок
1	30,34	15,3	-120	44	124,5	Не задовольняє
2	14,79	9,6	62	20	126,1	Задовольняє
3	21,44	3	15	12	126	Задовольняє

Таким чином забезпечується контроль геометрії торця ферула як на виробництві, так і при вхідному контролі перед монтажем мережі.

Вимірювання поверхні дентальних імплантів

Одним з напрямів поліпшення процесу інтеграції дентальних імплантів є вдосконалення макро- та мікроструктури зовнішньої поверхні їх частини, що взаємодіє з кістковою тканиною. Оптимальна обробка зовнішньої поверхні з метою поліпшення її мікротекстури та дизайну самого імплантату може істотно вплинути на успіх імплантації³. З літературних джерел відомо, що стабільність імплантату може бути підвищена за рахунок збільшення поверхні контакту між ним і кістковою тканиною, що досягається макрогеометричними параметрами тіла імплантату, а також мікроструктуруванням його зовнішньої поверхні за допомогою хімічної, механічної обробки або плазмового напилення⁴. Дослідження показали, що імплантат з шорсткою поверхнею має більш високі показники стабільності при тесті на викручування в порівнянні з варіантом, що має гладку поверхню⁵. Крім цього, при гістологічних дослідженнях не виявлено суцільного з'єднання по всій площі поверхні імплантату з кістковою тканиною⁶. Результати ряду

3 Мушеев И. У., Олесова В. Н., Фромович О. З. Практическая дентальная имплантология: руководство, 2-е изд., доп. М.: Локус Станди, 2008. 498 с.; Соопер Л. Ф. Роль топографии поверхности в регенерации и сохранении кости при установке титановых эндооссальных зубных имплантатов // Новое в стоматологии. 2002. № 8. С. 83–92; Esposito M., Hirsch J. M., Lekholm U., Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants // Etiopathogenesis. Eur. J. Oral Sci. 1998. № 106. P. 721–764.

4 Мушеев И. У., Олесова В. Н., Фромович О. З. Практическая дентальная имплантология: руководство, 2-е изд., доп. М.: Локус Станди, 2008. 498 с.; Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25; Konig-Junior B. A study of different calcification areas in newly formed bone 8 weeks after insertion of dental implants in rabbit tibias. // Manat. Anz. 1998. № 180. P. 471–475.

5 Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25.

6 Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25; Piatelli A. Bone reactions to early occlusal loading of two stage titanium plasma-spayed implants: a pilot study in monkeys // Int. J. Periodontics Restorative Dent. 1997. № 17. P. 162–169

експериментів, в яких оцінювалися імплантати з різною топографією поверхні, показали, що поліпшення остеоінтеграції спостерігалось в тих випадках, коли створювалися поверхні з S_a 1,5 мкм та R_a 1,2 мкм⁷.

Таким чином, з метою збільшення площі контакту дентальних імплантатів з кістковою тканиною, вимірювання топографії та кількісна оцінка форми їх поверхні на різних технологічних етапах їх створення є досить актуальною проблемою. В роботі⁸ запропоновано методику проведення кількісної оцінки площі контакту поверхні імплантату з кістковою тканиною шляхом вимірювання повної площі зони дослідження поверхні імплантату з урахуванням мікрорельєфу.

Використаний прилад та його програмне забезпечення окрім оцінки поверхні за загальноприйнятими двовимірними параметрам шорсткості дозволяє кількісно визначити повну площу поверхні мікрорельєфу S_n , що забезпечить фахівців об'єктивним параметром їх оцінки.

Ґрунтуючись на даних вимірювань і програмних розрахунках площі зони дослідження поверхні імплантату, запропоновано використати відносну площу поверхні $S_s = S_n / S$ (S – площа проекції мікроповерхні на горизонтальну площину) як параметр збільшення площі поверхні імплантату внаслідок нанесення мікрорельєфу. Параметр S_s є об'єктивним критерієм того, у скільки разів була збільшена реальна площа за рахунок формування мікрорельєфу на вихідній поверхні. Чим більше цей параметр, тим більше передбачувана площа контакту імплантату з кістковою тканиною.

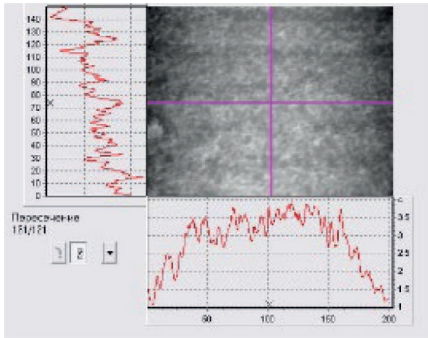
В якості прикладу на рис. 4 – 6 представлені зареєстровані профілометром ділянки імплантату в області шийки на різних етапах виробничого процесу.

З метою вивчення впливу кожного з технологічних етапів на створення мікрорельєфу поверхні з використанням бластингу корундом і кислотного травлення за допомогою безконтактного профілометра досліджувались 192 зони на поверхні імплантату в області шийки, тіла і апекса (площа проекції кожної із зон $S = 29968,7$ мкм²) на різних етапах виробничого процесу.

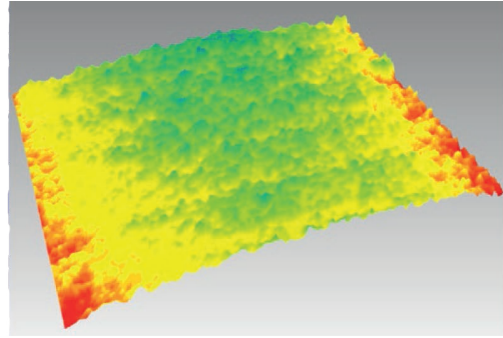
7 Мушеев И. У., Олесова В. Н., Фромович О. З. Практическая дентальная имплантология: руководство, 2-е изд., доп. – М.: Локус Станди, 2008. – 498 с.; Соорег Л. Е. Роль топографии поверхности в регенерации и сохранении кости при установке титановых эндооссальных зубных имплантатов // Новое в стоматологии. 2002. № 8. С. 83–92; Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25.

8 Леоненко П. В., Закиев В. И., Михальченко Д. В. Усовершенствование поверхности дентальных имплантатов для применения у пациентов с метаболическими остеопатиями на фоне генерализованного пародонтита // Фундаментальные исследования. 2013. № 9-6. С. 1029-1033.

Джерело: дослідження автора

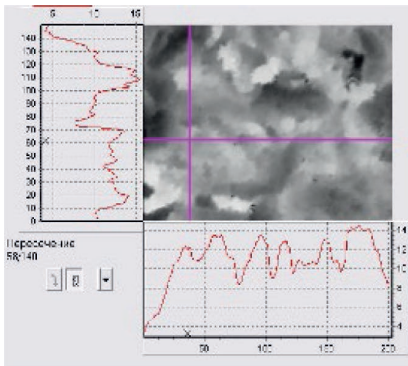


а

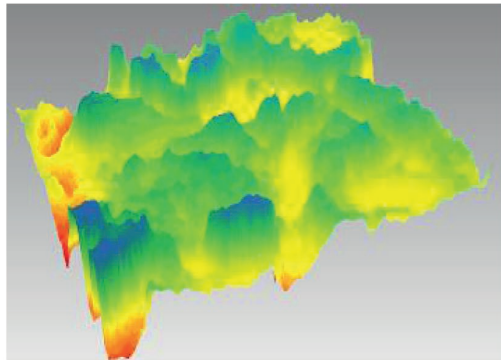


б

Рис. 4. Двовимірна (а) та тривимірна (б) топографія імплантату після фрезерування

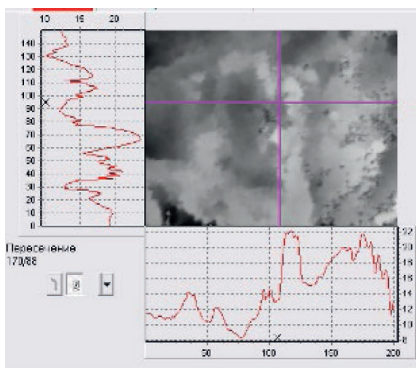


а

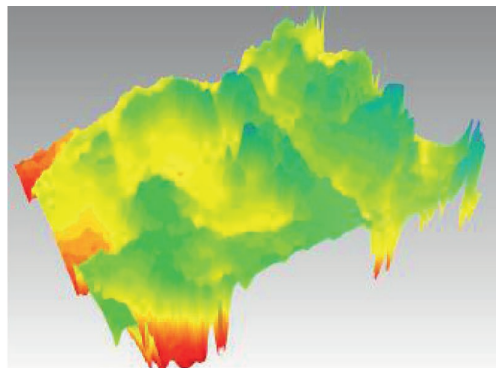


б

Рис. 5. Двовимірна (а) та тривимірна (б) топографія поверхні імплантату після першого етапу створення мікрорельєфу шляхом бластингу поверхні корундом



а



б

Рис. 6. Двовимірна (а) та тривимірна (б) топографія поверхні імплантату після всіх етапів створення мікрорельєфу

Вимірювання поверхні ендопротезів

Щорічно в світі імплантується близько одного мільйона ендопротезів кульшових суглобів. Потенційна потреба в таких операціях сягає трьох мільйонів на рік⁹, в тому числі в Україні – близько 900, а потенційна потреба – понад 50 тисяч на рік. На теперішній час розроблений широкий спектр ендопротезів кульшового суглоба (більше 800). Саме тому тривають інтенсивні наукові пошуки і прикладні розробки, спрямовані на вдосконалення конструкції і матеріалів імплантатів.

Великий вплив на реактивність і реактогенність матеріалу імплантату має мікрорельєф його поверхні. Якість підготовки поверхні визначається тканинами, з якими буде контактувати імплантат, а також тривалістю його перебування в організмі. Для зменшення поверхневого контакту з тканинами необхідна поверхня з гранично низькою шорсткістю. Зниження висоти мікрорельєфу поверхні на кілька одиниць дозволяє на кілька порядків зменшити поверхню контакту. З огляду на те, що процеси біохімічного взаємодії імплантатів з тканинами розвиваються на клітинному рівні, вимоги до шорсткості поверхні є цілком виправданими.

На рис. 7, 8 представлені зареєстровані профілометром ділянки сферичної поверхні головки ендопротезів різних виробників та профілограма що відповідає горизонтальній лінії перетину маркеру.

Джерело: дослідження автора

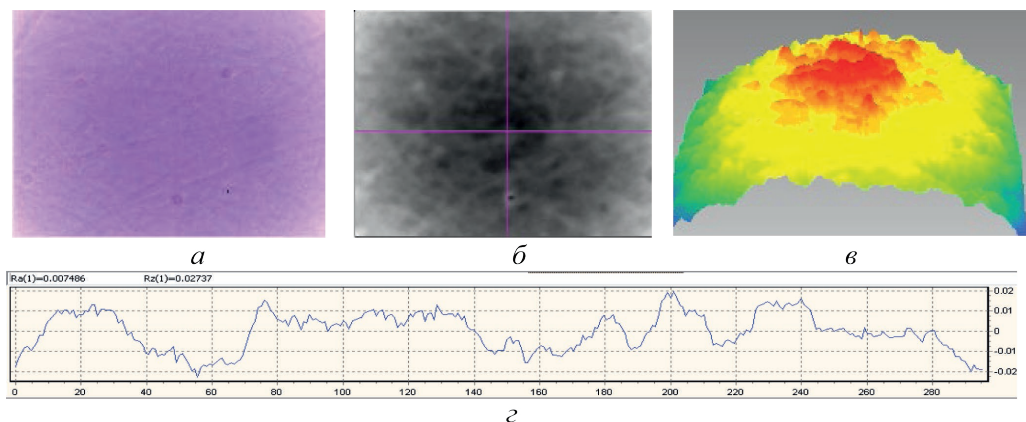


Рис. 7. Мікрофотографія (а), 2D зображення (б), 3D зображення (в) та профілограма (г) ендопротеза виробництва ФРН

9 Oonishi H., Clarke I. C., Good V. Needs of Bioceramics to Longevity of Total Joint Arthroplasty // Key Engineering Materials. 2003. V. 240. p. 765-768.

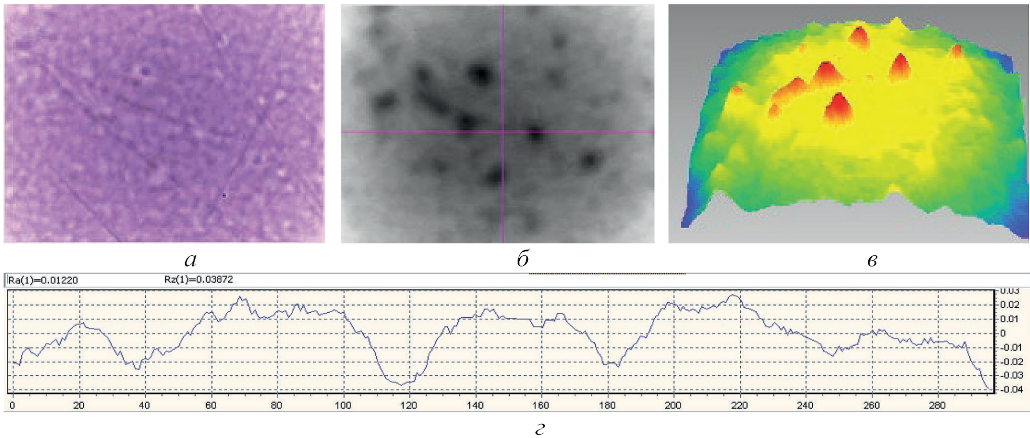


Рис. 8. Мікрофотографія (а), 2D зображення (б), 3D зображення (в) та профілограма (z) ендопротеза виробництва США

Двовірні вимірювання дозволяють провести лише обмежений аналіз стану поверхні. Такі топографічні особливості як виступи, поглиблення і подряпини неможливо достовірно визначити і виділити при двовірних вимірюваннях. Такими чином, для елементів трибосполучення ендопротезів кульшових суглобів стає актуальною проблема отримання тривірної топографії поверхні з нанометровою роздільною здатністю.

Вимірювання поверхні клітинних зразків

Як приклад використання запропонованого підходу до дослідження біологічних об'єктів, розміри яких близькі до розмірів клітини, на рис. 9, 10 наведено результати виміру поверхні еритроцитів крові та клітин епітелію ротової порожнини. Розміри і форма еритроцитів можуть послужити, наприклад, індикатором стану крові.

Джерело: дослідження автора

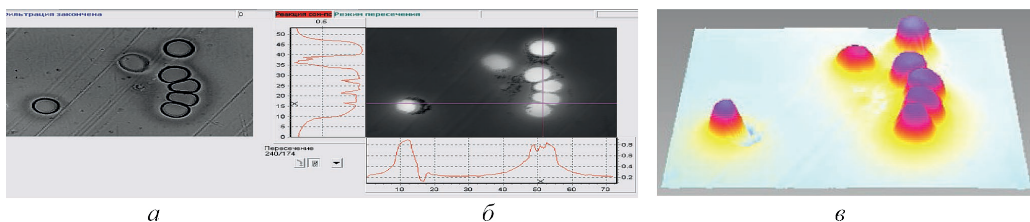


Рис. 9. Мікрофотографія (а), 2D топографія з профілограмами (б) та 3D зображення (в) еритроцитів

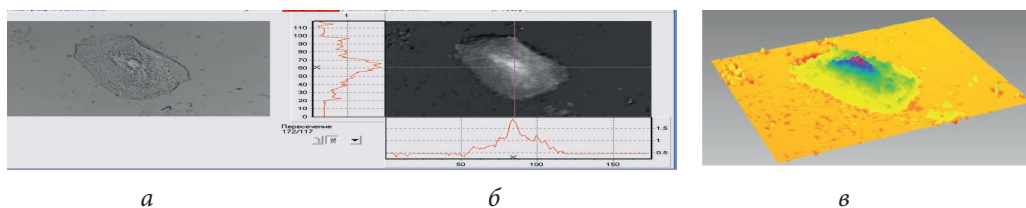


Рис. 10. Мікрофотографія (а), 2D топографія з профілограмами (б) та 3D зображення клітини епітелію (в)

Вимірювання поверхні виробів мікроелектроніки

При виготовленні сучасних інтегральних схем дуже важливим є контроль технологічних процесів виробництва. Сюди входять вимірювання товщини плівок, глибин р-п переходів, поверхневої концентрації та інші.

Застосування 3D профілометра, який включає в себе оптичний мікроскоп, значно підвищує продуктивність контролю інтегральних мікросхем і знижує витрати. Нижче наведено приклади вимірювання топографії поверхні диска (підкладки) монокристала кремнію після різання (рис. 11), після полірування та травлення (рис. 12).

Ділянку силової частини підсилювача потужності з мідним провідником представлено на рис. 13. Отримана інформація дозволяє визначити висоту доріжки, здійснювати її контроль та оптимізувати виробництво¹⁰.

На завершальній стадії виготовлення мікросхеми покриваються захисним лакофарбовим покриттям (прозорий або напівпрозорий лак), товщину якого також можливо контролювати розробленим методом.

Джерело: дослідження автора

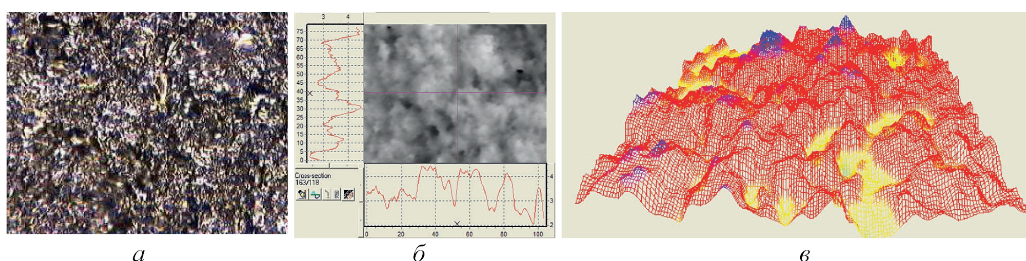


Рис. 11. Мікрофотографія (а), двовимірна топографія поверхні (б) та тривимірна топографія диска (в) (підкладки) монокристала кремнію після різання

10 Игнатович С. Р., Закиев И. М., Закиев В. И. Методы регистрации поверхностного рельефа объектов в нанометрическом диапазоне // Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики: 14-я меж. конф.: тезисы. док. - Ялта, 2007. С.49-2

Джерело: дослідження автора

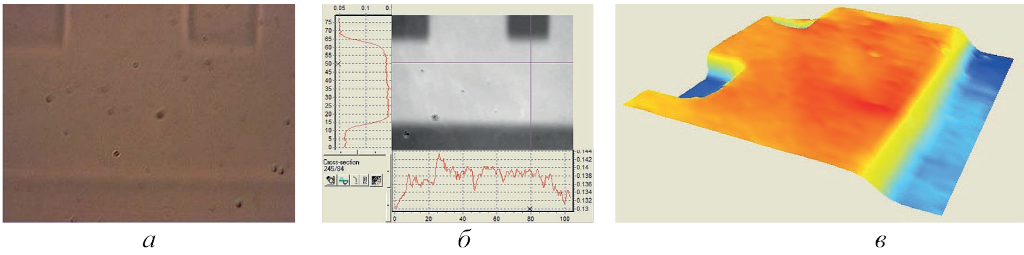


Рис. 12. Мікрофотографія (а), двовимірна топографія поверхні (б) та тривимірна топографія (в) диска (підкладки) монокристала кремнію травлення

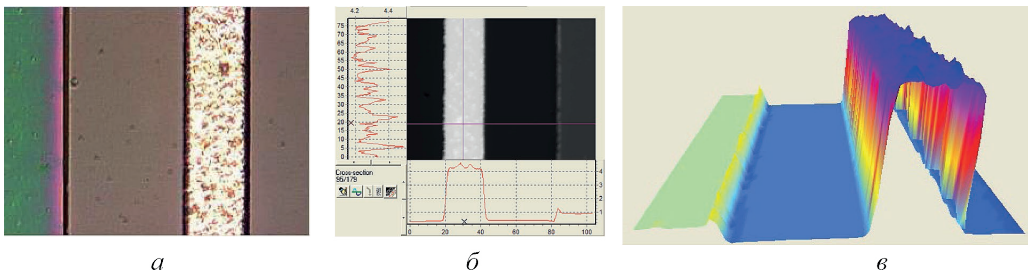


Рис. 13. Мікрофотографія (а), двовимірна (б) та тривимірна (в) топографія підсилювача потужності

У якості прикладу було досліджено захисне покриття на центральному процесорі AMD-K5TM PR-133 в трьох точках: на підкладці, доріжці, і p-n-переході (відповідні точки 1, 2 і 3 на рис. 14).

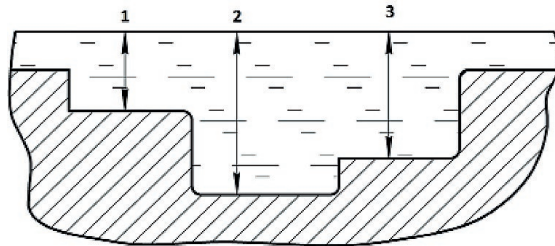


Рис. 14. Схематичне зображення захисного лакофарбового покриття

Для вимірювання товщини прозорого (або частково прозорого) покриття реєструється інтенсивність світлового потоку в залежності від положення рухомого дзеркала приладу (рис. 15). По осі абсцис відкладено кількість дискретних кроків рухомого дзеркала, а по осі ординат – інтенсивність світла. Перший максимум (мінімум) яскравості відповідає рівності плечей інтерферометра, що збігається з поверхнею покриття, а другий, після пересування дзеркала, – дну покриття. Знаючи крок дискретизації рухомого дзеркала,

який в нашому випадку дорівнює $h=0,7$ нм, можна обчислити відстань H між двома максимумами (мінімунами): $H = N h$, де N – кількість кроків дзеркала. Ця відстань відповідає значенню товщини покриття.

Джерело: дослідження автора

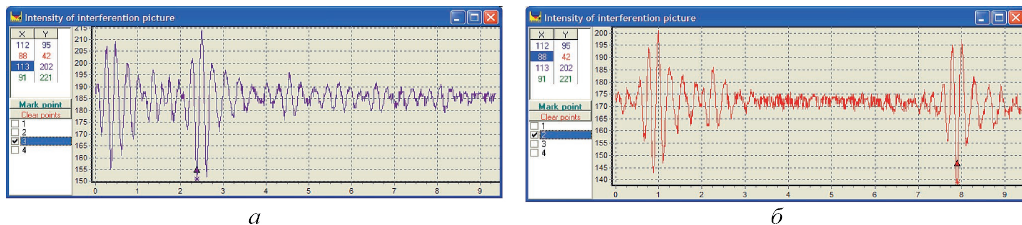


Рис. 15. Залежність інтенсивності світлового потоку від кроку рухомого дзеркала в точці 2 (а) та в точці 1 на рис. 14

Оцінка якості запису оптичного диску

Оптичні диски (CD-ROM, DVD-ROM та інш.) використовуються для тривалого зберігання інформації. Ці диски виготовлені з різних за якістю матеріалів, за технологіями, що дещо відрізняються. При необхідності визначення якості запису інформації та її зміни у часі може бути використано 3D профілометр. На рис. 16 показано приклад виміру топографії записаного диску CD-ROM.

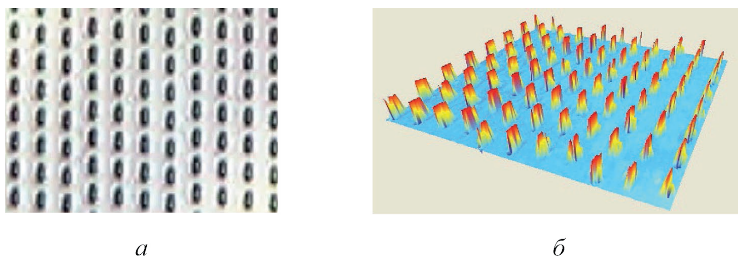


Рис. 16. Мікрофотографія (а) та тривимірне зображення (б) диска CD-ROM

Вимірювання деформаційного рельєфу поверхні при втомі матеріалів

Кількісна оцінка накопичених втомних пошкоджень на інкубаційній стадії втомного руйнування (до появи магістральної тріщини) дозволяє прогнозувати ресурс до формування магістральної тріщини, яка, в багатьох випадках, є неприпустимим пошкодженням відповідальних конструкцій. Такий прогноз на етапі розробки авіаційних конструкцій дозволить істотно скоротити тривалість дорогих і трудомістких натурних втомних випробувань, а на етапі експлуатації – підвищити надійність і безпеку польотів¹¹.

¹¹ Игнатович С. Р., Юцкевич С. С., Закиев И. М., Майстренко Ю. Н. Исследование процесса усталости в сплаве Д16АТ при помощи нанопрофилометра // Вестник двигателестроения. Запорожье, 2008. № 3. С. 99–102

Металографічні дослідження вказують на відмінність в процесах формування деформаційного рельєфу при великих і малих амплітудах циклічних напружень. Деформаційний рельєф обумовлений процесами переміщення дислокацій в поверхневому шарі матеріалу та проявляється у вигляді локального видавлювання (екструзія) та западання (інтрузія) матеріалу на поверхні. В найбільшій мірі деформаційний рельєф проявляється у пластичних матеріалах, наприклад у технічно чистому алюмінію, який використовується як тонкий плакований шар для конструкційних алюмінієвих сплавів. На рис. 17 показано тривимірні топографії ділянки поверхні зразка після різного циклічного напруження, які наочно демонструють розвиток деформаційного рельєфу поверхні при втомному навантажуванні.

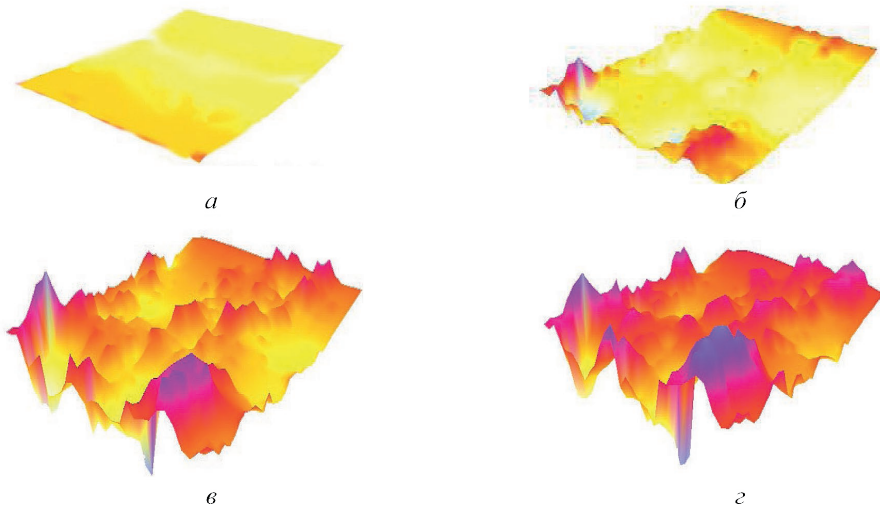


Рис. 17. Розвиток деформаційного рельєфу на поверхні плакованого шару з алюмінію при циклічному навантажуванні: без напруження (а); $N = 20\,000$ циклів (б); $N = 40\,000$ циклів (в); $N = 70\,000$ циклів (з)

На підставі отриманих результатів була запропонована методика прогнозування граничного стану обшивки літального апарату, яка заснована на розрахунку відносного циклічного напруження до утворення втомної тріщини за значеннями показників деформаційного рельєфу, що реєструються на контрольованій ділянці¹².

12 Игнатович С. Р., Карускевич О. М., Закиев В. И. Диагностика усталостной поврежденности методом бесконтактной регистрации поверхностного рельефа объектов в нанометрическом диапазоне. Матер. 13-й междунар. кофер. «Современ. методы и средства неразруш. контроля и тех. диагностики», Ялта, 3.11.2005, с. 80-82; Ignatovich S. R., Zakiev V. I., Yutskevych S. S. Metal fatigue process investigation by interference nanoprofilometer // Aviation in the XXI-st century: Proceedings of the third world congress. Kiev: NAU, 2008. P. 12.7-12.11; Игнатович С. Р., Карускевич О. М., Закиев И. М., Закиев В. И. Диагностика усталостной поврежденности методом бесконтактной регистрации поверхностного рельефа объектов в нанометрическом диапазоне // Матер. 13-й междунар. кофер. «Современ. методы и средства неразруш. контроля и тех. диагностики». Ялта, 3.11.2005. С. 80-82.

Вимірювання відбитків при індентуванні

Одними з найбільш ефективних способів дослідження фізико-механічних властивостей поверхневого та приповерхневих шарів матеріалів є індентування – метод безперервного вдавлення індентора (depth sensing indentation). За допомогою даного методу можна визначати: мікро- і нано-твердість, модуль пружності, контактну жорсткість, повзучість, релаксаційне відновлення, пружну і пластичну деформацію під індентором, енергію активації, моменти утворення тріщин, внутрішні напруження в приповерхневих шарах, та інші характеристики¹³.

Незважаючи на значні досягнення в галузі створення і вдосконалення приладів та методів індентування, ряд питань, що стосуються поведінки матеріалу при втисненні в нього жорсткого індентора, залишається недостатньо дослідженими. До них відносяться закономірності переміщення матеріалу при дії високих локальних напружень під індентором, явище формування навалів в області відбитка. Нема чіткої відповіді на питання про розміри області поширення навалу – зосереджується або розповсюджується витіснений матеріал поблизу зони контакту? Як впливає формування навалів на масштабний фактор (МФ) при індентування?¹⁴. На рис. 18, 19 показано результати вимірювання топографії поверхні скла після її індентування інденторами Віккерса та Роквелла.

Джерело: дослідження автора

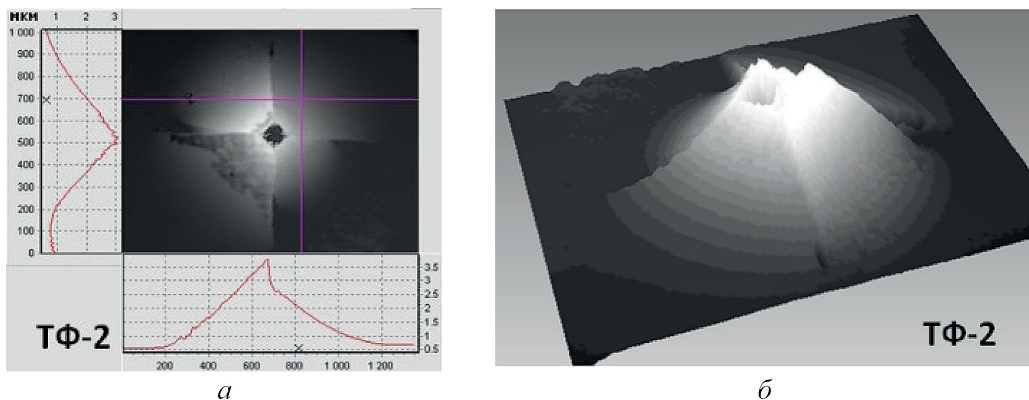
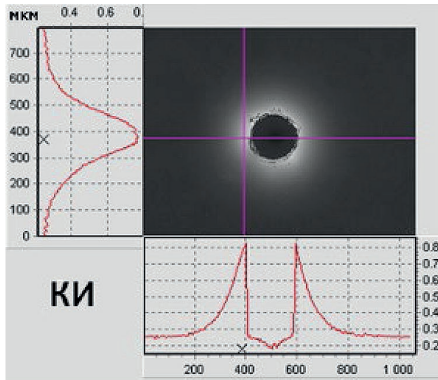


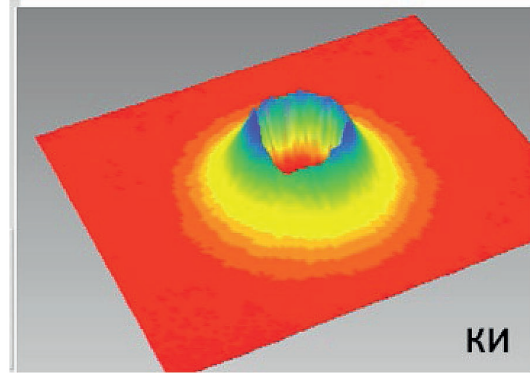
Рис. 18. 2D (а) та 3D (б) топографія відбитка індентора Віккерса на склі ТВ-2

13 Головин Ю. И. Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикроробъектах, тонких приповерхностных слоях и пленках (обзор) // Физика твердого тела. 2008. том 50. вып. 12. С. 2113-2142.

14 Сойфер Я. М., Вердян А. Исследование локальных механических свойств монокристаллов хлористого калия методом атомно-силовой микроскопии // Физика твердого тела. 2003. том 45. вып. 9. С. 1621-1625; Головин Ю. И., Тюрин А. И. Микро- и наноконтактное взаимодействие твердых тел // Природа. 2003. № 4. С.60-68.



а



б

Рис. 19. 2D (а) та 3D (б) топографія відбитка індентора Роквелла на склі КИ

Вимірювання подряпин при склерометрії

Останнім часом тестування дряпанням (scratch testing) стало доволі затребуваним методом при вивченні фізико-механічних властивостей різних матеріалів. Удосконалення сучасних склерометрів з можливістю реєстрації дотичної сили (сили опору) при дряпанні відкрило широкі можливості даного методу для досліджень і вимірювань характеристик матеріалів та виробів. При склерометрії робиться оцінка адгезії тонких плівок і покриттів, моделюються процеси тертя та зношування, визначається твердості вздовж траси сканування, проводиться дослідження мікромеханічних характеристик процесів деформування і руйнування, робиться оцінка анізотропії фізико-механічних властивостей в мікро- та наномасштабах¹⁵.

Для детальної перевірки впливу фактору часу на розвиток латеральної тріщини був проведений наступний експеримент. Індентором Берковича була нанесена подряпина методом прогресивного сканування з максимальним навантаженням 20 сН, при якому ще не розвивається латеральна тріщина (рис. 20). При навантаженнях до 20 сН, відразу після дряпання, видимі мікротріщини відсутні (рис. 20 а). Однак, через 24 години після витримки зразка на предметному столі мікроскопа без зовнішніх впливів на подряпині з'явилися латеральні тріщини і раковини (рис. 20 б).

15 Ignatovich S. R., Zakiev I. M., Borisov D. I., Zakiev V. I. Material surface layer damage estimation for cyclic loading conditions using the nanoindenting and nanoscratching techniques // Strength of Materials. 2006. № 4. P. 428-434; Игнатович С. Р., Борисов Д. И., Закиев И. М. Закиев В. И. Оценка поврежденности поверхностного слоя материалов при циклическом нагружении методами наноиdentирования и наносклерометрии // Проблемы прочности. 2006. № 4. С. 132-139; Игнатович С. Р., Борисов Д. И., Закиев И. М. Закиев В. И. Оценка поврежденности поверхностного слоя материалов при циклическом нагружении методами наноиdentирования и наносклерометрии // Динамика, прочность и ресурс машин и конструкций: Междунар. науч.-тех. конф.: тез. док. К., НАУ, 2005. С. 81-82.

Джерело: дослідження автора

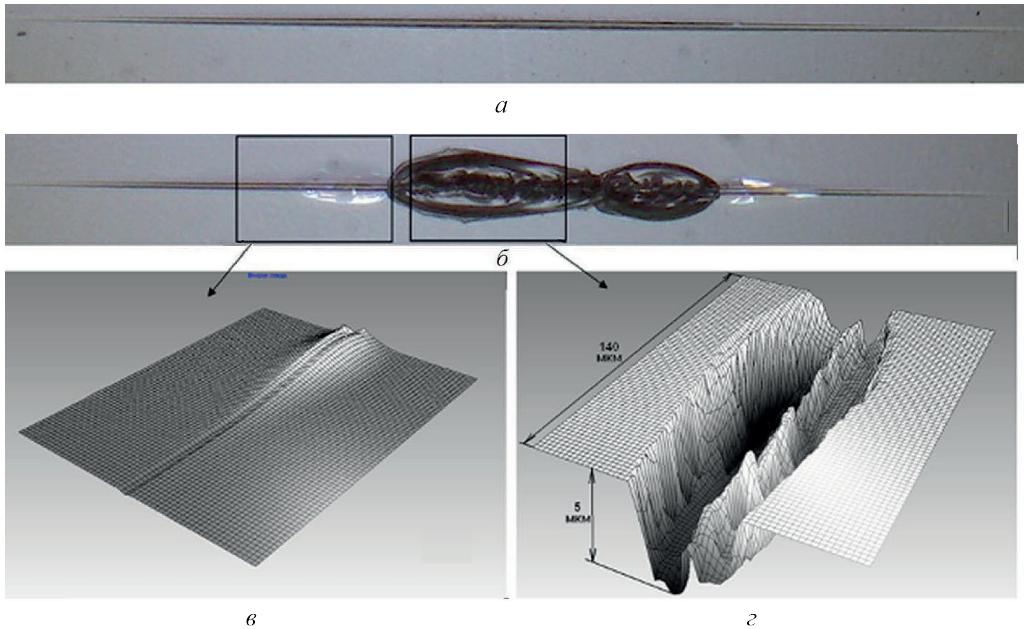


Рис. 20. Мікрофотографії подряпини довжиною 900 мкм, які отримані при прогресивному дряпанні поверхні кварцового скла індентором Берковича. Максимальне навантаження на індентор 20 сН. Відразу після експерименту (а); через 24 години (б) та тривимірні зображення виділених ділянок (в) і (г)

Тривимірний аналіз відбитків і слідів подряпин показав, що спочатку розвиваються латеральні тріщини і це супроводжується невеликим спученням поверхневого шару (рис. 20 в). З часом тріщини диспергують і утворюються раковини (рис. 20 г). При цьому раковини мають вертикальні береги, а по центру, за місцем проходження індентора, вони мають низку висоту (рис. 20 г). Максимальна глибина раковини становила 5 мкм.

Таким чином, маючи результати виміру 3D профілю, можна досліджувати мікроподряпини при склерометричних випробуваннях поверхні. Це дозволяє проводити якісний та кількісний аналіз форми подряпини, обчислювати обсяг витісненого матеріалу, оцінювати ступінь абразивного зносу та зміну характеру різання, моделювати елементарні акти тертя, різання, аналізувати особливості руйнування, тощо. На рис. 21, 22 представлено приклади навалів, що формуються при царапанні пластичного та крихкого матеріалів.

Джерело: дослідження автора

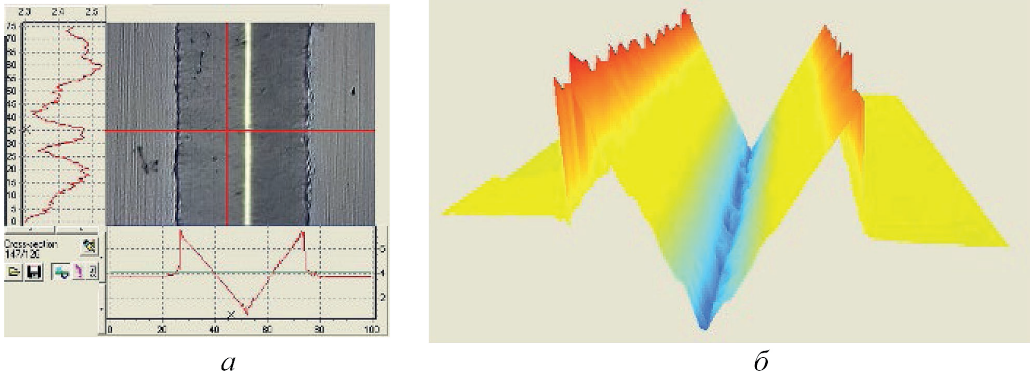


Рис. 21. Мікрофотографія з профілограмами (а) та 3D топографія (б) подряпини на сталевій поверхні (індентор Берковича, навантаження – 200 сН)

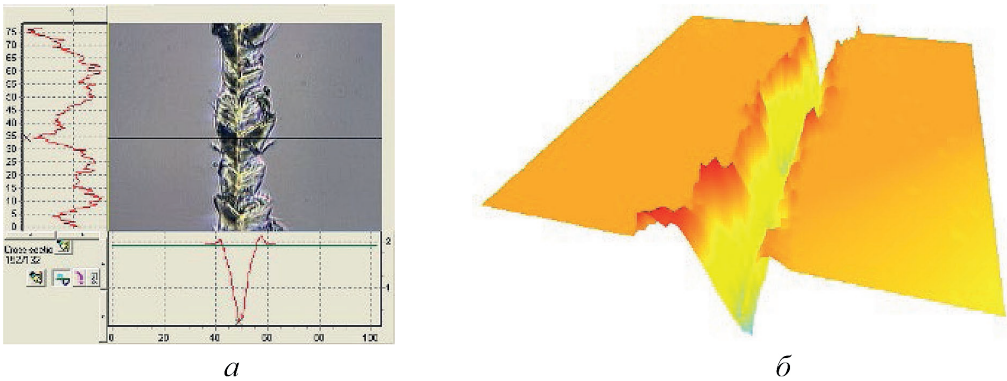


Рис. 22. Мікрофотографія з профілограмами (а) та 3D топографія (б) подряпини на поверхні кремнію (індентор Берковича, навантаження – 200 сН)

Вимірювання зносу поверхні

Для вимірювання лінійного зносу при терті пропонується новий підхід заснований на аналізі тривимірного зображення доріжки тертя у вигляді тривимірного масиву даних координат кожної точки поверхні. На рис. 23, 24 показано зображення доріжки тертя, яка сформувалася в результаті випробувань за схемою палець-диск при зворотно-поступальному русі.

Для підвищення точності вимірювання зносу програмне забезпечення дозволяє обчислювати різницю об'ємів витісненої частини матеріалу. Так, об'єм навалу V_2 (рис. 24 д) склав $0,011 \text{ мм}^3$, а об'єм самої доріжки V_1 – $0,015 \text{ мм}^3$. Різниця об'ємів дорівнює $0,004 \text{ мм}^3$.

Джерело: дослідження автора

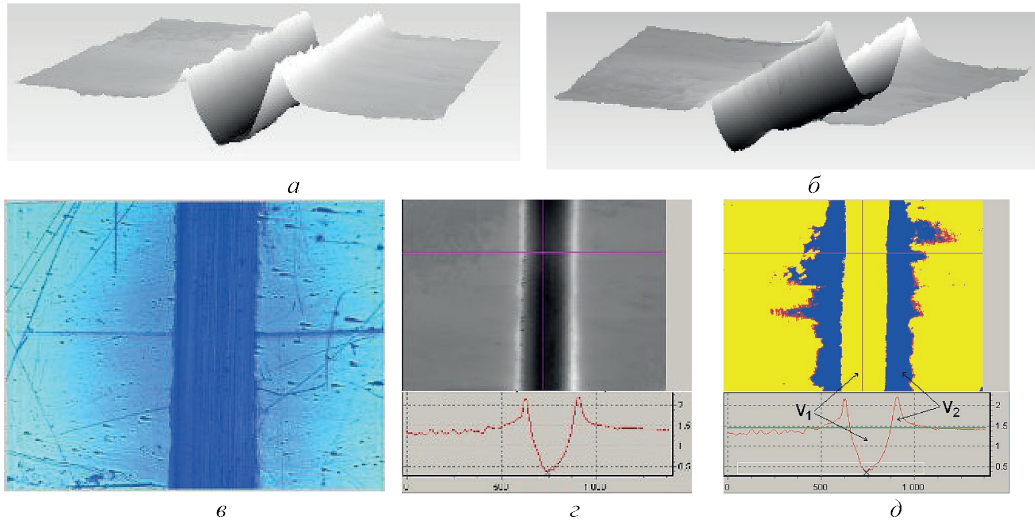


Рис. 23. Вимірювання доріжки тертя: 3D зображення, вид зверху (а); 3D зображення, вид знизу (б); мікрофотографія (в); 2D зображення з профілограмами (г); 2D зображення з виділеними ділянками витісненого матеріалу навколо доріжки (д)

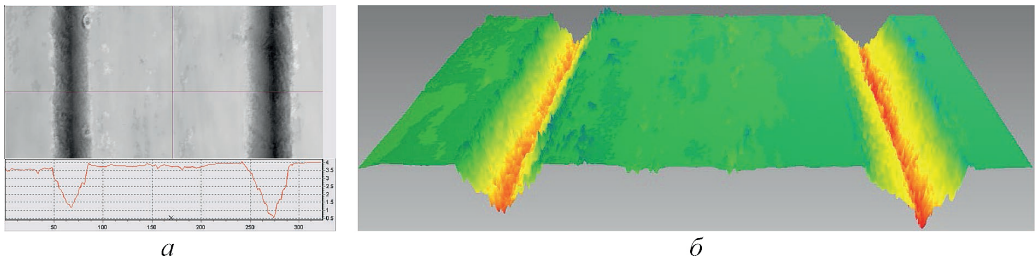


Рис. 24. Доріжки зворотньо-поступального тертя победіту: сухе тертя (а), у воді (б)

Таким чином вирішується завдання вимірювання малих об'ємів зносу при мікротерті¹⁶. На рис. 25 наведено інші приклади виміру топографії поверхні.

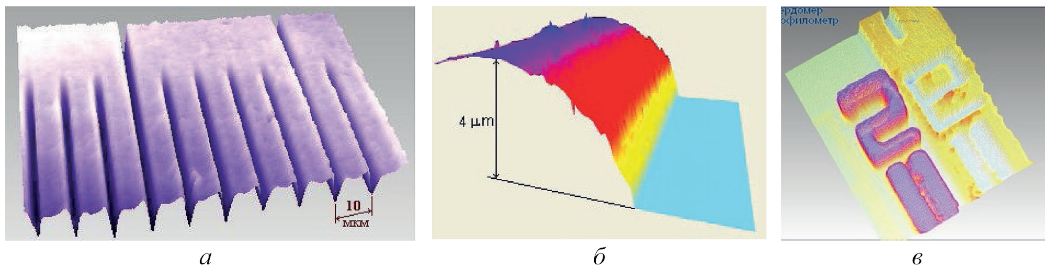


Рис. 25. Додаткові приклади тривимірних зображень: об'єкт-мікрометр (а), сліду маркера на склі (б), мікрочіп (в)

¹⁶ Закиев И. М. Применение бесконтактного 3D профилометра “micron-beta” для точного определения износа. Проблемы тертя та зношування. К.: НАУ, 2010. Вип. 52. С. 192–198.

Serhii PUZIK,

Candidate of Technical Sciences, Professor,
ORCID ID: 0000-0001-6151-1240

Valentyna GROZA,

Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor,
ORCID ID: 0000-0003-1668-1878

Victor BORODII,

Deputy Head of the faculty,
National Aviation University, Ukraine,
ORCID ID: 0009-0001-2019-7483

Oleksandr ZAPOROZHETS,

Doctor of Technical Science, professor,
Lukasiewicz Research Network-Institute of Aviation, Warsaw, Poland,
ORCID ID: 0000-0000-0000-0000

CALCULATION METHOD OF THE INERTIAL TYPE CLEANER FOR ALTERNATIVE FUELS

The device is a coil in the form of a helical tension spring, formed by a pipe with an outer diameter d_3 , an inner diameter d_b and a height $H=nd_3$, where n is the number of turns of the coil. (Fig. 1). The average radius R (bending radius) is determined according to the norms depending on the diameter d_3 and the thickness of the pipe wall $d_3 - d_b / 2$.

A liquid (contaminated liquid) such as alternative jet fuel enters the coil from the bottom and exits (purified) from the top. At the same time pollution particles are in complex motion: transported along with the liquid and relative (relative to the liquid flow).

To study the relative motion of pollution particles, we use differential equations of relative motion.

Figure 2 shows the forces acting on pollution particles:

P – gravity,

F_A – Archimedean force,

F_{cx} – horizontal component of Stokes resistance,

F_{cy} – vertical component of Stokes resistance.

$$m\ddot{x} = F_{in} - F_{cx},$$

$$F_{in} = m \frac{V_{cep}^2}{R} \text{ – inertia force, where } V_{cep} \text{ – average fluid flow rate.}$$

or after substitution and abbreviations

$$\ddot{x} = \frac{V_{cep}^2}{R} - \frac{18V_p \rho_p}{d^2 \rho_r} \dot{x}, \tag{1}$$

where $V_{cep} = \frac{4Q}{\pi d_B^2}$.

In the projections on the axis “x”:

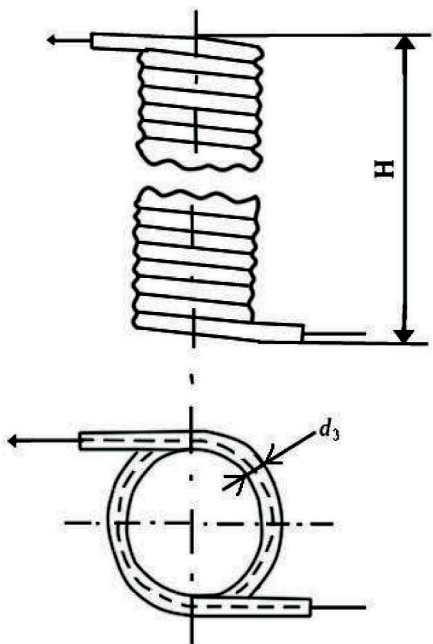


Figure 1. General appearance

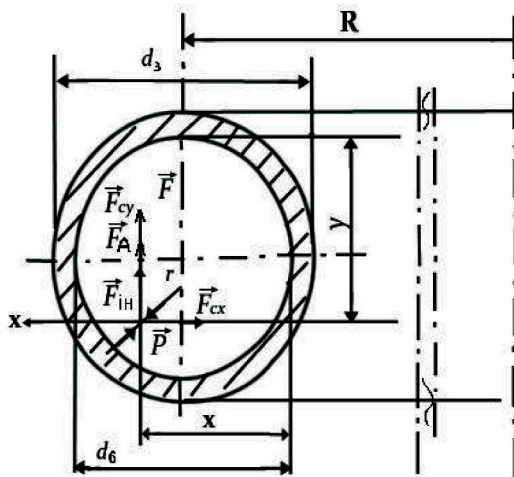


Figure 2. Scheme of forces

This equation can be solved by double integration. After introducing for convenience constants $a = \frac{V_{cep}^2}{R}$; $b = \frac{18V_p \rho_p}{d^2 \rho_r}$, we receive

$$\ddot{x} = a - \frac{b}{d^2} \dot{x}, \quad \dot{x} = \frac{ad^2}{b} \left(1 - e^{-\frac{b}{d^2}t} \right), \quad \text{or} \quad \dot{x} \approx \frac{ad^2}{b}. \text{ Then} \tag{2}$$

$$x = \frac{ad^2}{b} \left[t - \frac{d^2}{b} \left(1 - e^{-\frac{b}{d^2}t} \right) \right] \text{ or} \quad x \approx \frac{ad^2}{b} (t - 1).$$

Let's construct the differential equation of the relative motion in the projections on the axis “y”: $m\ddot{y} = P - F_A - F_{cy}$.

After substitution and abbreviations

$$\ddot{y} = g \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_r} \right) - \frac{18V_p \rho_p}{d^2 \rho_r} \dot{y}. \tag{3}$$

For ease of integration, let's introduce the notation $c = g \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_r} \right)$, that is, let's present equation (3) in the form $\ddot{y} = c - \frac{b}{d^2} \dot{y}$.

By analogy with the previous integration, we have $\dot{y} = \frac{cd^2}{b} \left(1 - e^{-\frac{bt}{d^2}} \right)$,

$$y \approx \frac{cd^2}{b} \left(t - \frac{d^2}{b} \left(1 - e^{-\frac{bt}{d^2}} \right) \right), \tag{4}$$

The term $e^{-\frac{bt}{d^2}}$ is neglected.

As an example, we take a coil with the inner diameter of the pipe =5.3 cm; outer diameter=6 cm; average radius $R=2.6$ cm. Liquid parameters: $\rho_p=0.78$ g/cm³; $\rho_r = 3$ g/cm³; $V_p=0.014$ cm²/sec. Fluid consumption per unit of time $Q=86.6$ cm²/sec.

Since each of the pollution particles undergoes its own, different from the others, movement, i.e. has its own coordinates, as shown in Fig. 2, then for further calculations we divide the liquid flow into horizontal (Fig. 3) and vertical (Fig. 4) planes. Then the horizontal and vertical movements are determined by the distances «x» (Fig. 4) and «y» (Fig. 3) of the median vertical and horizontal planes. This means that with the help of planes, the fluid flow is conventionally divided into separate layers.

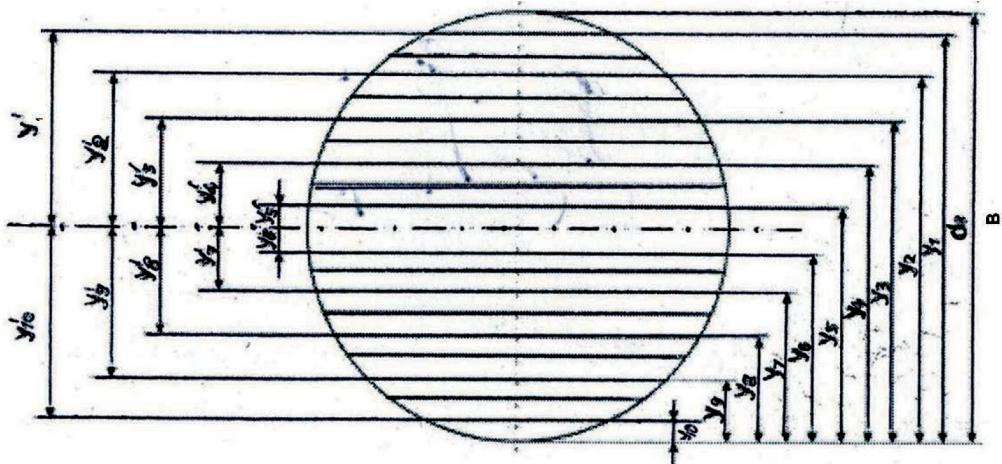


Figure 3. The scheme of horizontal stratification

For example, we divide the liquid flow by planes into 10 layers with the step $d_b/10$. Then distances y_i will be correspondently: $y_1=5,035$ cm; $y_2=4,505$ cm; $y_3=3,975$ cm; $y_4=3,445$ cm; $y_5=2,915$ cm; $y_6=2,385$ cm; $y_7=1,855$ cm; $y_8=1,325$ cm; $y_9=0,795$ cm; $y_{10}=0,265$ cm.

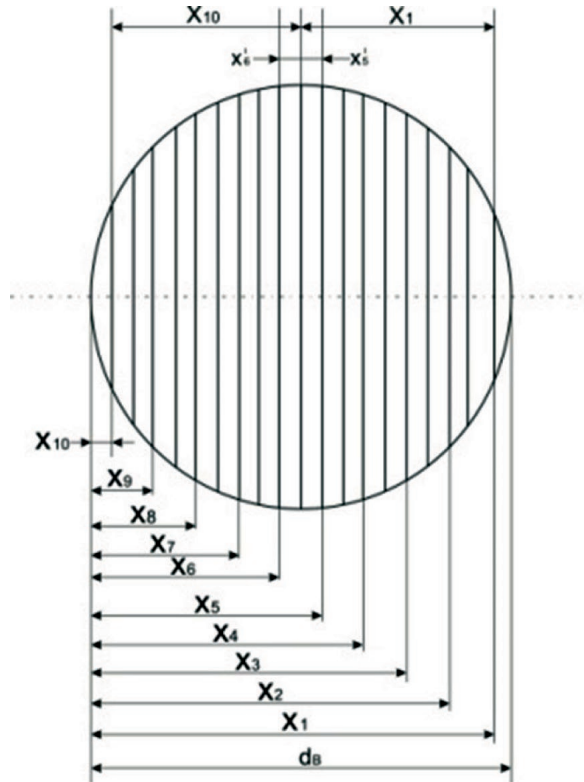


Figure 4. The scheme of vertical stratification

Distances: $x_1=5,035$ cm; $x_2=4,505$ cm; $x_4=3,445$ cm; $x_5=2,915$ cm; $x_6=2,385$ cm; $x_7=1,855$ cm; $x_8=1,325$ cm; $x_9=0,795$ cm; $x_{10}=0,265$ cm.

By successive substituting x_i into (2), we can find the time t_x of the deposition of pollution particles from each vertical layer, and similarly, by substituting the values y_i into (4), we can find the time t_y of the deposition of pollution particles from each horizontal layer. Thus

$$t_x = 1 - \frac{bx}{ad^2} = 1 + \frac{0,066x}{8,5d^2}, t_y = 1 - \frac{by}{ad^2} = 1 + \frac{0,066y}{726d^2}.$$

Results of calculations are represented in tables 1 and 2.

The distribution of velocities along the pipe section is determined by formulas¹:

$$V_x = 2V_{cep} \left(1 - \frac{4(x')^2}{d_e^2} \right) \text{ та } V_y = 2V_{cep} \left(1 - \frac{4(y')^2}{d_e^2} \right).$$

1 Гідрогазодинаміка: навч. посіб. / Бадах В.М., Глазков М.М., Головка Ю.С., та ін. За ред. Г.Й. Зайончковського. К.: НАУ, 2009. 352 с.

Table 1.

Deposition time from vertical layers

x, cm	t _x , sec				
	d, cm				
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02
5,035	39073	9768	1563	390,7	97,68
4,505	34960	8740	1399	349,6	87,4
3,975	30847	7737	1234	308,47	77,37
3,445	26734	6684	1070	267,34	66,84
2,915	22621	5655	905	226,21	56,55
2,385	18508	4628	741	185,08	46,28
1,825	14163	3541	567	141,63	35,41
1,325	10283	2571	412	102,83	25,71
0,795	6170	1543	247	61,7	15,43
0,265	2055	514	83	20,55	5,14

Table 2.

Deposition time from horizontal layers

y, cm	t _y , sec				
	d, cm				
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02
5,035	458	115,25	19,28	4,58	1,15
4,505	411	103,5	17,4	4,11	1,035
3,975	363	91,5	15,48	3,63	0,915
3,445	314	79,25	13,12	3,14	0,7925
2,915	266	67,25	11,6	2,66	0,67
2,385	218	55,25	9,68	2,18	0,55
1,825	170	43,25	7,76	1,7	0,43
1,325	121	31	9,8	1,21	0,31
0,795	73	19	3,88	0,73	0,19
0,265	25	7	1,96	0,25	0,07

According to figures 3 and 4:

$$x'_1 = x'_{10} = 2,385 \text{ cm}; x'_2 = x'_9 = 1,855 \text{ cm};$$

$$x'_3 = x'_8 = 1,325 \text{ cm}; x'_4 = x'_7 = 0,795 \text{ cm}; x'_5 = x'_6 = 0,265 \text{ cm}.$$

Similarly

$$y_1 = y_{10} = 2,385 \text{ cm}; y_2 = y_9 = 1,855 \text{ cm}; y_3 = y_8 = 1,325 \text{ cm};$$

$$y_4 = y_7 = 0,795 \text{ cm}; y_5 = y_6 = 0,265 \text{ cm}.$$

Since $x_i = y_i$, then $V_x = V_y = V$ in the same layers.

Consider an example with the above characteristics $p_r, p_p, v_p, d_b = 5,3 \text{ cm}; d_n = 6 \text{ cm}; R \geq 5d_n = 30 \text{ cm}$ (consider $R = 36 \text{ cm}$). As for the flow of liquid Q per unit of time, we find Q from the ratio:

$$Q \frac{3330\pi d_a^3}{8\pi r_0 h n} = 86,6 \frac{\text{cm}^3}{\text{sec}}.$$

Then $V_{cep} = \frac{4 \cdot 86,6}{3,14 \cdot 5,3^2} = 3,93 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$. Results are represented in table 3

Table 3.

Flow rates

$x' = y'$	2,385	1,855	1,325	0,795	0,265
$V, \text{cm/sec}$	1,49	4,01	5,89	7,15	7,78

These results are fully consistent with Figure 4. The results shown in Table 1 indicate that horizontal relative movement can be neglected.

Since $s \approx V_{cep} \cdot t_y$, then on the basis of data from Table 2, for $t_{max} = 458 \text{ sec}$ and $V_{cep} = 3,93 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ we have $S_y \approx 458 \cdot 3,93 = 1800 \text{ cm}$.

Since the length of one turn is equal $2\pi R = 163 \text{ cm}$, then the required number of turns is $n_y \approx \frac{1800}{163} = 11,01$ (round up to $n \approx 11$).

The height of the device with such a number of turns for $d_3 = 6 \text{ cm}$ will be $H_y \approx 11 \cdot d_3 = 11 \cdot 6 = 66 \text{ cm}$.

Conclusions:

- ✓ the main driving forces in such cleaners are gravitational, so they are actually varieties of gravity cleaners;
- ✓ the standard dimensions of the inertial type cleaner are defined.

СКІЦЬКО Олексій Іванович,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Національна академія Служби безпеки України

ORCID ID: 0000-0003-4122-0889

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Використання у діяльності енергетичних підприємств інтелектуальних технологій, датчиків та сенсорів інтернету речей, автоматизація процесів підвищили ризики у сфері кібербезпеки для енергетичної галузі в цілому.

Найбільш складним у галузі забезпечення кібербезпеки для енергетичних компаній є комплексне управління ризиками для всіх цифрових пристроїв. При цьому концепція цифрової енергетики має на увазі, що об'єкт енергосистеми складається з цифрового обладнання та програмного забезпечення, яке може бути об'єднане в єдину мережу з засобами централізованого керування.

Кібератака на мережу призведе до втрати даних і збоїв у роботі інформаційної інфраструктури, що загрожує цілісності систем безпеки та викликати перебої в подачі енергії споживачу.

Атаки на енергетичні підприємства продовжуються по всьому світу і для забезпечення комплексної безпеки енергомереж має бути реалізовано комплекс заходів. На рівні інформаційних систем мають бути забезпечені компоненти інформаційної безпеки. На сьогодні представлений широкий спектр рішень для запобігання зовнішнім загрозам: антивірусні програми, а також інструменти шифрування даних, від класичних криптографічних інструментів шифрування до інноваційних продуктів.

Експерти вказують і на «побутові» особливості проблеми кібербезпеки, наприклад, в багатьох країнах фактично прийнято модель корпоративної мобільної інфраструктури під назвою BYOD (Bring Your Own Device), коли співробітники використовують для робочих цілей особисті мобільні пристрої: наприклад, пересилати та відкривати за їх допомогою конфіденційні документи, що серйозно ускладнює організацію єдиного контуру інформаційної безпеки. Щоб уникнути ненавмисного або навмисного «зливу» даних експерти рекомендують організувати централізоване управління особистими мобільними пристроями персоналу за допомогою систем MDM

(Mobile Device Management): встановлювати додатки, працювати з документами або промисловими даними співробітники в такому разі будуть в єдиному безпечному середовищі.

Для контролю вхідного та вихідного мережевого трафіку встановлюють DLP (Data Loss Prevention), а щоб захистити паперові копії документів встановлюють рішення, що дають змогу достовірно встановити особу, яка надрукувала такий документ.

Випадків, коли сучасні АЕС, стають об'єктами уваги кіберзловмисників у світі вже є чимало. Наслідки, до яких призводить злам інформаційних систем електростанцій, різноманітні та неприємні: від припинення подачі електроенергії споживачам до банальної крадіжки.

У 2014 році представники корейської корпорації Korea Hydro & Nuclear Power Co Ltd., що управляє 32 ядерними реакторами, заявили, що в результаті хакерської атаки¹ з її інформаційної системи було викрадено дані. І хоча подія не вплинула на безпеку енергоблоків, компанії довелося вкласти суттєві інвестиції в систему кіберзахисту.

Німецька енергокомпанія RWE була змушена вжити заходів безпеки після того, як система управління АЕС «Гундреммінген» була вражена вірусом². У компанії заявили, що жодної шкоди для діяльності станції вірус не завдав.

У грудні 2018 року велика кількість мешканців західної України залишилися без світла внаслідок атаки хакерів. Вірус під назвою Black Energy відключив³ місцеві підстанції від основної мережі.

Стандартизоване поняття терміну «Кібербезпека» на міжнародному рівні визначили у 2012 році, коли було ухвалено міжнародний стандарт ISO 27032:2012.

Відповідно до стандарту: кібербезпека це сукупність технологій, процесів та практик, призначених для захисту мереж, комп'ютерів, програм та даних від атак, пошкоджень чи несанкціонованого доступу.

Кібербезпека як поняття ширше визначення інформаційна безпека. Кібербезпека охоплює ширший спектр загроз та об'єднує частини різних систем безпеки.

1 Paganini Pierluigi. Nuclear plant in South Korea hacked: веб-сайт. URL: <https://securityaffairs.com/31416/cyberwarfare-2/nuclear-plant-south-korea-hacked.html> (дата звернення: 08.11.2023).

2 У комп'ютерах блоку «В» німецької АЕС було знайдено шкідливе ПЗ: веб-сайт. URL: <https://publish.com.ua/it-ta-web/u-komp-yuterakh-bloku-b-nimetskoji-aes-bulo-znajdeno-shkidlive-pz.html> (дата звернення: 08.11.2023).

3 Miller Christina. Throwback Attack: BlackEnergy attacks the Ukrainian power grid: веб-сайт. URL: <https://www.industrialcybersecuritypulse.com/threats-vulnerabilities/throwback-attack-blackenergy-attacks-the-ukrainian-power-grid/> (дата звернення: 08.11.2023).

Загалом, кібербезпека АЕС означає захист технологічного процесу від несанкціонованого доступу. Адже найнебезпечнішим для атомної станції є несанкціоноване перехоплення керуванням технологічного процесу.

Кібербезпека сучасної АЕС сьогодні забезпечується на всіх рівнях ієрархії, де є інформація чи цифрове керування.

На першому інформаційному рівні знаходяться датчики, встановлені на обладнанні, а також програмовані мікроконтролери, до яких ці датчики підключені. Мікроконтролери отримують від датчиків інформацію, аналізують її відповідно до спеціальних алгоритмів і видають керуючі сигнали на виконавчі механізми устаткування. На цьому рівні стоять засоби захисту технологічного процесу.

На другому рівні зібрана мікроконтролерами інформація через спеціалізовані шлюзи передається вище, в локальну мережу системи верхнього блочного рівня (СВБР). Оператори бачать на інформаційному щиті СВБР все, що відбувається з обладнанням.

Усі команди від операторів проходять верифікацію. Якщо команда дозволена, вона буде передана керуючій системі. Якщо заборонена, то буде заблокована. Це також один із заходів забезпечення кібербезпеки технологічного процесу. Однак цей контролер можна заразити вірусом на етапі виготовлення, або в процесі регламентних робіт (ремонт, профілактичне обслуговування).

Третій інформаційний рівень на АЕС це рівень «неоперативного управління». Співробітники станції на своїх комп'ютерах спостерігають технологічні процеси, як у реальному часі, так і переглядають архівні, але ніяк не можуть ними керувати.

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУТП) атомної станції не підключена до глобальної мережі Інтернет. АЕС передає необхідну інформацію в зовнішній світ спеціальними, захищеними каналами зв'язку. З Інтернет пов'язана звичайна мережа, яка використовується, наприклад, для бухгалтерського документообігу. Але ці мережі існують окремо та фізично не пов'язані з АСУТП.

На кожному з інформаційних рівнів існують свої організаційні та технічні заходи для захисту від кіберзагроз. Наприклад, АСУТП керують завжди два незалежні адміністратори. Вони не підзвітні один одному, не знають паролі один одного, один контролює (але не дублює) дії іншого.

Завжди використовуються лише захищені комп'ютери, у яких усі складові (апаратна і програмна частина) мають бути сертифікованими відповідним чином та регулярно перевірятися.

На АЕС реалізовано принцип «подвійного управління»: одна функція виконується як мінімум двома способами. Наприклад, якщо зловмисники підберуть ключ до системи захисту на рівні мікроконтролерів, спрацює додатковий аварійний захист.

На критично важливому технологічному обладнанні завжди є надійний механічний захист: якщо не спрацювали електронні системи, спрацює механіка. Контролюються всі керуючі дії, що йдуть від мікроконтролерів до датчиків, сенсорів та виконавчих механізмів.

В атомній енергетиці загальний термін «безпека» відноситься до безпеки ядерних установок, радіаційної безпеки, безпеки поводження з радіоактивними відходами, безпеки перевезення радіоактивного матеріалу і не включає безпосередньо не пов'язані з радіацією аспекти безпеки.

Сучасна енергетична безпека ґрунтується на передових інформаційних технологіях (ІТ), побудованих на основі комп'ютерної техніки. Автоматизовані системи, інтелектуальні пристрої, програмовані контролери приходять на зміну аналоговим системам та механічним перемикачам, що беруть участь в основних технологічних процесах контролю та управління АЕС, управління системами фізичного захисту, контролю стану радіації та навколишнього середовища та ін.

Автоматизовані системи управління процесами на АЕС потребують відповідних підходів до організації захисту від кібератак та наслідків їх реалізації.

Для забезпечення безпечної експлуатації та надійного функціонування АЕС необхідно періодично розробляти, реалізовувати та оновлювати комплекси заходів щодо своєчасного виявлення та подальшого запобігання кібератакам на критично важливі об'єкти АЕС, які можуть здійснюватися особою або групою осіб.

Основними джерелами загроз щодо об'єктів АЕС є:

- злочинні дії терористів, диверсійних груп, спецслужб потенційного супротивника та окремих осіб проти об'єктів АЕС і обслуговуючого персоналу;
- діяльність іноземних розвідувальних та спеціальних служб зі збору важливої інформації в галузі атомної енергетики:

- порушення встановлених регламентів збору, обробки та передачі інформації;
- заздалегідь сплановані зловмисні дії та ненавмисні помилки персоналу;
- несанкціоноване зловмисне втручання у роботу інформаційних систем.

Критичну інформацію, що зберігається на матеріальних носіях та/або обробляється на АЕС, необхідно чітко ідентифікувати та організувати її захист відповідно до встановленого рівня її важливості для забезпечення безпеки АЕС та відповідно до чинного законодавства.

Важливим моментом забезпечення кібербезпеки є аналіз стійкості інформаційних систем (ІС) АЕС.

Стійкість інформаційних систем АЕС визначається, як здатність системи виконувати основні функціональні можливості при зіткненні зі зловмисною атакою, руйнуванням окремих її компонентів та стихійним лихом.

Аналіз стійкості ІС полягає в спробі експерта оцінити здатність системи протистояти руйнуванню, викликаному кібератакою.

Стійкість характеризується здатністю ІС забезпечувати основні функції устаткування АЕС, у складі якого вона працює. У контексті вищесказаного аналіз стійкості ІС має бути спрямований на реагування на зростаючі загрози кібератак.

У ході аналізу стійкості ІС оцінюються чотири ключові аспекти ефективності її захисту:

- опір системи довільній атаці, зовнішньої чи внутрішньої;
- розпізнавання атаки, оцінка можливих пошкоджень та їх наслідків;
- пошкодження важливої функції, можливість та шляхи її повного відновлення;
- адаптація та розвиток системи для захисту від майбутніх атак.

Забезпечення кібербезпеки на атомних станціях є критично важливим завданням, що вимагає постійної уваги та вдосконалення. Ризики, пов'язані з кібератаками, можуть призвести до серйозних наслідків, включаючи радіаційні витоки та аварії, що загрожують не тільки екологічній безпеці, але й національній безпеці. Інтеграція сучасних технологій кіберзахисту, регулярне оновлення захисних систем та навчання персоналу є ключовими елементами в стратегії забезпечення кібербезпеки. Важливим є міжнародне співробітництво та обмін даними про потенційні кіберзагрози, що дозво-

лить підвищити рівень захисту атомних електростанцій на глобальному рівні. Активна роль урядів у розробці і впровадженні національних стандартів кібербезпеки та регулятивних вимог є важливою складовою кібербезпеки. Враховуючи постійно еволюціонуючу природу кіберзагроз, потрібен гнучкий і динамічний підхід до захисту критичної інфраструктури атомних електростанцій.

ШИРШОВ Роман Анатолійович,
науковий співробітник,
Національна академія Служби безпеки України
Україна

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ДЕРЖАВНА БЕЗПЕКА: РИЗИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ

Зростання потужності штучного інтелекту (ШІ) та впровадження в різноманітні сфери життя привертає увагу не лише до його потенційних переваг, але й до ризиків, пов'язаних із зловмисним використанням. Зловмисний ШІ може виникати внаслідок навмисного програмування системи на шкідливу діяльність, таку як кібератаки або маніпуляції інформацією. Також, ризики походять від можливості ШІ вивчати шкідливі моделі поведінки самостійно, без належного контролю та направлення з боку розробників.

Проблематика зловмисного ШІ охоплює широкий спектр технічних, правових та етичних питань. Технічні виклики полягають у розробці безпечних алгоритмів, які не дозволятимуть ШІ вивчати неприпустимі стратегії поведінки та забезпечуватимуть контроль людини над автономними рішеннями системи. Правові аспекти стосуються необхідності створення міжнародних норм та стандартів для регулювання розробки та використання ШІ, зокрема у військовій сфері та в області особистих даних. Етичні питання включають в себе відповідальність за шкідливі дії ШІ, ситуації, де автономні системи виходять межі прийнятної поведінки, та питання про запобігання створення ШІ, які будуть використані для ведення війни або контролю над населенням.

Враховуючи потенціал зловмисного ШІ стати інструментом в руках зловмисників, важливим стає визначення стратегій протидії. До таких

стратегій відносяться законодавчі заходи, розробка міжнародних угод, впровадження обмежень на доступ до високоризикових технологій, створення етичних кодексів для дослідників, та впровадження технологічних рішень, механізмів аудиту та відстеження поведінки ШІ¹.

Застосування зловмисного ШІ становить значні ризики для державної безпеки. ШІ може бути використаний для розробки та впровадження складних кібератак на критичну інфраструктуру, енергетичні мережі, системи зв'язку та фінансові установи. Автономність та швидкість ШІ у прийнятті рішень призведе до того, що атаки будуть швидкими, масштабованими та складними у виявленні.

Іншою сферою є використання ШІ для створення політичних маніпуляцій через соціальні мережі. Алгоритми автоматизують процеси створення та поширення дезінформації, що підриває демократичні процеси та підвищує соціальну нестабільність. Крім того, ШІ слугує інструментом для розвідувальної діяльності, аналізуючи величезні масиви даних для ідентифікації вразливостей та витоку конфіденційної інформації².

Ризики для державної безпеки включають можливість використання ШІ у військових цілях для створення летальних автономних збройних систем, здатних вести бойові дії без безпосереднього людського контролю. Використання ШІ у військових цілях створює небезпеку неконтрольованих збройних конфліктів, і викликає багато питань щодо дотримання міжнародного гуманітарного права.

Створення моделі загроз зловмисного ШІ для державної безпеки вимагає комплексного підходу, який об'єднує аналіз ризиків, визначення вразливостей та розробку стратегій захисту. Цей процес зазвичай включає кілька ключових етапів:

Розпізнавання потенціалу ШІ: На першому етапі дослідники та аналітики безпеки визначають способи використання ШІ для зловмисних цілей. Важливо оцінити сценарії, в яких ШІ використовується для автоматизації атак, оптимізації стратегій зломів або для маніпулювання інформацією.

Ідентифікація вразливостей: Виявлення слабких місць у системах забезпечення національної безпеки, що можуть бути експлуатовані зловмисним

1 Чайковська В., Губа Р. Європарламент схвалив план регулювання штучного інтелекту: веб-сайт. URL: <https://www.dw.com/uk/evroparlament-shvaliv-plan-reguluvanna-stucnogo-intelektu/a-65912171> (дата звернення: 08.11.2023).

2 Liz Sly. U.S. soldiers are revealing sensitive and dangerous information by jogging: веб-сайт. URL: https://www.washingtonpost.com/world/a-map-showing-the-users-of-fitness-devices-lets-the-world-see-where-us-soldiers-are-and-what-they-are-doing/2018/01/28/86915662-0441-11e8-aa61-f3391373867e_story.html (дата звернення: 08.11.2023).

III. Це означає аналіз критичної інфраструктури, комунікаційних мереж, даних та інших потенційних цілей.

Оцінка ризиків: Кількісне та якісне визначення ризиків, враховуючи імовірність та потенційний вплив інцидентів. Оцінка ризиків допомагає визначити, які загрози є найбільш критичними та потребують негайних дій.

Розробка стратегій захисту: Виявлення загроз та вразливостей супроводжується розробкою стратегічних планів для їх усунення або зменшення.

Впровадження контрзаходів: Запровадження розроблених стратегій, які можуть включати нормативно-правові засади, регуляції, обмеження на використання та експорт технологій III, а також міжнародне співробітництво для контролю за розповсюдженням та використанням III.

Навчання та підготовка: Розробка програм навчання для підвищення обізнаності серед спеціалістів у сфері безпеки про ризики зловмисного III та способи їх протидії.

Моніторинг та перегляд: Створення систем моніторингу для забезпечення постійного спостереження за новими розробками та тенденціями в галузі розвитку III. Потрібно регулярно оновлювати модель загроз, враховуючи еволюцію технологій.

Формування ефективної моделі загроз зловмисного III вимагає міждисциплінарного підходу, що включає в себе експертизу в галузі IT, кібербезпеки, психології, політології та міжнародних відносин. Важливо також враховувати етичні та правові аспекти при розробці та впровадженні заходів протидії зловмисному III.

Довірені системи III відіграватимуть ключову роль на кожному етапі створення моделі загроз зловмисного III. Нижче наведено обґрунтування їх застосування для кожного з пунктів:

Розпізнавання потенціалу III: Довірені системи аналізують існуючі дані про інциденти безпеки за допомогою методів машинного навчання для ідентифікації та прогнозування нових видів зловмисних поведінок та атак. Вони моделюють потенційні зловмисні сценарії використання III, щоб краще зрозуміти, як захиститися від них.

Ідентифікація вразливостей: Застосування III для сканування мереж та систем на предмет вразливостей може значно прискорити цей процес та покращити точність виявлення потенційних слабких місць, які будуть використані зловмисниками.

Оцінка ризиків: ШІ використовується для оцінки ризиків, автоматично об'єднуючи та аналізуючи великі обсяги даних, щоб визначити можливість та наслідки атак. Це може включати розробку кількісних моделей ризику та використання передових аналітичних інструментів для прогнозування та зменшення ризиків.

Розробка стратегій захисту: Довірені ШІ-системи можуть пропонувати оптимізовані стратегії захисту, враховуючи обмежені ресурси та мінімізуючи ризики. Вони також використовуються в процесах реагування на інциденти безпеки.

Впровадження контрзаходів: Автоматизація процесів імплементації контрзаходів покращується з використанням ШІ, що дозволяє швидко адаптуватися до змін у загрозах та забезпечує неперервну оптимізацію заходів безпеки.

Навчання та підготовка: ШІ сприятиме створенні тренінгових матеріалів, персоналізуючи навчальний досвід для різних користувачів та забезпечуючи навчання на основі симуляцій реальних інцидентів безпеки.

Моніторинг та перегляд: ШІ є ідеальним інструментом для моніторингу в реальному часі, виявляючи відхилення від норми та можливі загрози в обсягах даних, недоступних для людського аналізу. Системи постійно адаптуються і навчаються на нових даних для підтримки актуальності моделей загроз.

Застосування довірених систем ШІ на кожному з цих етапів забезпечує глибший аналіз та краще розуміння потенційних загроз, робить процеси безпеки більш ефективними та контрольованими, дозволяє швидко реагувати на динамічно змінюване кіберпросторове середовище.

Необхідність використання довірених систем ШІ для протидії зловмисним системам ШІ обумовлена низкою факторів.

По-перше, швидкість та обсяги обробки інформації, які пропонують сучасні ШІ, значно перевищують людські здібності. Застосування ШІ дозволяє виявляти та реагувати на кіберзагрози миттєво, майже в режимі реального часу. Використання ШІ для аналізу поведінкових патернів та ідентифікації аномалій попереджає атаки до їх реалізації.

По-друге, зловмисні системи ШІ можуть бути надзвичайно складними та адаптивними, що робить традиційні методи безпеки недостатньо ефективними. Довірені системи ШІ створюватимуть адекватну протипагу, використо-

вучучи алгоритми машинного навчання для передбачення та нейтралізації потенційних загроз. ШІ також адаптується до нових методів атак та розвиває нові способи захисту без безпосереднього втручання людини.

По-третє, використання ШІ у сфері безпеки дозволяє інтегрувати різноманітні джерела даних для глибшого аналізу контексту й намірів зловмисників. Це включає обробку великих масивів даних з соціальних мереж, загальнодоступних баз даних, корпоративних систем, що в сукупності дає можливість отримати всебічну картину загрози.

По-четверте, довірені ШІ системи діють як проактивні інструменти протидії зловмисним ШІ, не лише пасивно відслідковуючи спроби атак, але й активно створюючи штучні об'єкти для кібератак для виявлення та аналізу тактики противника.

Використання систем ШІ для забезпечення державної безпеки включає в себе декілька ключових аспектів. Насамперед, державна безпека включає не лише захист від тероризму та зовнішніх загроз, але й забезпечення цілісності критичної інфраструктури, економічної стабільності та суспільного порядку. ШІ допомагає виявляти та прогнозувати загрози в усіх цих сферах.

ШІ здатний аналізувати загрози комплексно, інтегруючи інформацію з різних джерел, що дозволяє формувати стратегію захисту на національному рівні. Такі системи можуть сприяти розробці політик та планів реагування на кризові ситуації, включаючи природні катастрофи та епідемії.

Застосування ШІ для контролю за дотриманням законів та регулюванням також є важливим для забезпечення внутрішньої безпеки. ШІ може допомогти в автоматизації та оптимізації правоохоронної діяльності, зокрема в питаннях розслідування злочинів та розпізнавання шахрайства.

Забезпечення державної безпеки³ в сучасному світі вимагає адаптації до швидкого темпу технологічних змін. ШІ надає можливість для постійного оновлення та вдосконалення систем безпеки, що є ключовим для підтримки стабільності та реагування на нові види загроз, які виникають з розвитком технологій.

3 Пацурія Н. Впровадження технологій штучного інтелекту у забезпечення національної безпеки та обороноздатності України: проблеми та перспективи повоєнного періоду: веб-сайт. URL: <https://coordynata.com.ua/vprovadzenna-tehnologij-stucnogo-intelektu-u-zabezpecenna-nacionalnoi-bezpeki-ta-oboronozdatnosti-ukraini-problemi-ta-perspektivi-povoennogo-periodu> (дата звернення: 08.11.2023).

**КИРИЧКО Олена Борисівна,**

кандидат ветеринарних наук, доцент,
Полтавський державний аграрний університет
ORCID ID: 0000-0002-0769-0804

КУЛИНИЧ Сергій Миколайович,

доктор ветеринарних наук, професор,
Полтавський державний аграрний університет
ORCID ID: 0000-0003-1660-643X

ШОСТЯ Анатолій Михайлович,

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник,
Полтавський державний аграрний університет
ORCID ID: 0000-0002-1475-2364

ТІТАРЕНКО Олена Вікторівна,

кандидат ветеринарних наук, доцент,
Полтавський державний аграрний університет
ORCID ID: 0000-0002-7370-8523

КОЛОМАК Ігор Олегович

доктор філософії,
Полтавський державний аграрний університет, доцент
ORCID ID: 0000-0002-1601-893X
Україна

БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЛАГОПОЛУЧЧЯ ТВАРИН В ОСВІТІ ТА НАУЦІ У ПЕРІОД СУЧАСНИХ ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ ТА КОНФЛІКТІВ

Гуманізація суспільства є прогресивною та болючою темою сьогодення. Особливого значення воно набуває у період сучасних глобальних криз та конфліктів. Питання відношення до тварин постає перед усіма людьми й особливо перед лікарем ветеринарної медицини, технологом виробництва та переробки продукції тваринництва у професійній діяльності, при наданні лікарської допомоги, проведенні наукових експериментів, в освіті.

Питання гуманізму в Україні під час війни набуває свого осмислення та практичної реалізації. Це стимульовано рядом факторів. 3

яких на перший план виходить загальний психологічний стан суспільства. Жахи війни, гибель людей, тварин, екологічні кризи, підкреслене моральне зло у відношенні до всього живого викликає у людей переоцінку ціннісних орієнтирів та актуалізацію морально-етичних норм, зокрема питання біоетики.

Наступним фактором є шлях до Євроінтеграції, де серед інших сфер розглядається налагодження благополуччя фермерських тварин. Відповідна чинна нормативно-правова база Європейського Союзу (ЄС) складається з трьох блоків, які визначають порядок утримання, транспортування та умирання тварин, що зафіксовано у Директиві Ради стосовно захисту тварин, що утримуються для сільськогосподарських потреб, а також чотирьох окремих директивах щодо мінімальних стандартів благополуччя курей-несучок, курчат-бройлерів, свиней та телят; Директиві про захист тварин під час вбивства чи забою та Інструкції щодо захисту тварин під час транспортування і пов'язаних з цим операціями¹.

Визначаючи основи поняття благополуччя тварин, застосовується стандарт, рекомендований Всесвітньою організацією охорони здоров'я тварин. Тварина знаходиться в стані благополуччя, якщо вона здорова і не потерпає від неприємних станів (біль, страх, страждання), має добре харчування, почувується комфортно, знаходиться в безпеці та має можливість поводитись природно. Благополуччя тварин вимагає профілактики захворювань і лікування, утримання та харчування, за необхідності, належного притулку, гуманного поводження і забою².

Їх поділяють на чотири підходи:

1. Етичний, що передбачає можливість тварини жити відповідно до своєї природи та етології.
2. Ветеринарний, що включає оцінку здатності тварини взаємодіяти з оточуючим середовищем. При цьому благополуччя тварин розглядається в сукупності п'яти свобод: свобода від голоду і спраги; свобода від дискомфорту; свобода від болю, травм, хвороб; свобода нормальної поведінки; свобода від страху і психічних травм.
3. Правовий, де тварини розглядаються, як суб'єкти, яким має бути забезпечено право на життя, здоров'я та благополучне існування.

1 Council Directive 98/58/EC of 20 July 1998 on the protection of animals kept for agricultural purposes URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0058&from=en> (20.10.2023).

2 World Organisation for Animal Health. URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/> (20.10.2023).

4. Психологічний, що включає сукупність фізичного та психологічного стану тварини³.

Законодавчі аспекти благополуччя тварин в Україні підтримують Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження»⁴ 2006 року та доповнений у 2021 році Закон України «Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин» який включає системне комплексне регулювання суспільних відносин щодо захисту здоров'я та забезпечення благополуччя тварин, ветеринарної практики, виробництва, обігу та застосування ветеринарних препаратів з урахуванням міжнародних зобов'язань України, в рамках Угоди про асоціацію з ЄС⁵.

Поняття благополуччя й етики міцно пов'язані між собою. Хоча етика більше відноситься до уявлень суспільства про належне поводження з твариною та її потреби⁶. Проте моральні норми є незрушними.

Особливо ретельно підтримувати цей напрямок повинні фахівці, чия робота пов'язана з тваринами. Основне розуміння набуватися піл час навчання та наукової діяльності. Фундаментальні наукові основи благополуччя тварин надають такі дисципліни як фізіологія тварин, етологія, годівля.

Такі основи закладаються як у процесі отримання знань з функціонування та потреб організму, так і у біоетичних підходах у роботі з тваринами. Вони включають любов та піклування про тварин, виключення дослідів, які можуть завдати шкоду тварини. Існують альтернативи заміщення дослідів на тваринах негуманним способом, які будуть вірними з педагогічної точки зору і, у той же час, здатні довести науковість тверджень⁷.

До таких альтернативних методів слід віднести моделі, що імітують пристрої, відеофільми, комп'ютерні програми, інтерактивні дошки тощо. Розглянемо детальніше такий альтернативний метод навчання, який зберігає життя тварин, як відеофільми. Це пасивний, але ефективний метод в процесі навчання, що дає добрі початкові відомості та служить якісною

3 Недосеков В.В.,Блаха Т., Ситюк М.П., Мартинюк О.Г., Мельник В.В., Юстинюк В.Є. Основи біобезпеки та благополуччя тварин. Ніжин, 2021. 252 с.

4 Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (20.10.2023).

5 Закон України «Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин»URL: <https://www.rada.gov.ua/news/Povidomlennya/202835.html> (20.10.2023).

6 Gray J. Zoo ethics: The challenges of compassionate conservation. Comstock Publishing Associates, 2017. 256 p.

7 Панасенко О. І., Книш Є. Г., Буряк В. П., Кремзер О. А., Мельник І. В., Парченко В. В та ін. Біоетика у фармації: навчально-методичний посібник. Запоріжжя, 2014. 102 с.

візуальною альтернативою. Відеофільми передають здобувачам вищої освіти достатньо багато інформації, яка буде їм потрібна в їх майбутній практичній роботі⁸.

Підтримання благополуччя тварин обов'язково повинно враховуватися у науковій діяльності при дослідженнях у ветеринарних, сільськогосподарських, біологічних, медичних, психологічних і фармацевтичних науках. Повністю уникнути участі тварин у експериментальних дослідженнях не можливо⁹. Всі нові методи профілактики, діагностики хвороб та лікування тварин, нові препарати, вакцини, корма тощо, повинні бути апробовані зразу на невеликій кількості тварин перш ніж набути широкого використання. Це потрібно для того, щоб передбачити всі наслідки їх застосування. Результати, нажаль, не завжди позитивні. Тому повністю відмовитись від експериментів з тваринами не можна, але потрібно їх гуманізувати (мінімальна кількість тварин, мінімально можлива шкода для тварин, бажано задавати знеболювальні, після експерименту відновити здоров'я тварини, не можна використовувати тварину, яка вже була в експерименті та ін.).

Цілком вірно, що 2005 року всі дослідження в медичних, біологічних і ветеринарних науках проходять біотичну експертизу.

У нашому університеті є Комісія з біоетики. Яка здійснює свою діяльність відповідно Положенню про Комісію з біоетики в Полтавському державному аграрному університеті¹⁰.

Найбільш поширеними правовими документами при проведенні наукових експериментів є:

- Європейська конвенція «Про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та в інших наукових цілях» (Страсбург, 1986¹¹;
- Декларація «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000);
- Положення WSPA World Society for the protection of Animals;
- Закон України «Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин»;

8 Резніков О.Г., Соловійов А.І., Добреля Н.В., Стефанов О.В. Біоетична експертиза доклінічних та інших наукових досліджень, що виконуються на тваринах. Київ, 2006. 28 с.

9 Білоконь С. В. Основи біоетики та біобезпеки: навчальний посібник. Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2017. 155 с.

10 Євстафєва В. Положенню про Комісію з біоетики в Полтавському державному аграрному університеті URL: <https://drive.google.com/file/d/1JtrWVBk25ZaxwVHVzkjeC-XYokxaHWhs/view> (12.11.2023).

11 European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes. URL: <https://rm.coe.int/168007a67b> (12.11.2023).

- Закон України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (Київ, 2006);
- Кодекс професійної етики спеціалістів ветеринарної медицини;
- «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах», схвалені Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001)¹².

Розглядаючи питання біоетики, хочемо підкреслити, що вона включає ставлення людини до всієї живої природи, у тому числі людини і тварин. Біоетика вимагає від людини розуміння того, що вона не є власником природи, а всього лише є одним із її складових. Проте людина несе відповідальність за життя на Землі.

Таким чином, тенденціями розвитку суспільства є гуманізація та екологізація. Які набувають особливої актуальності та нового осмислення у період сучасних глобальних криз та конфліктів. Освіта та наука, як фактори соціальної та економічної динаміки, повинні спрямовувати суспільство у цьому напрямку як підтримуючи та ознайомлюючи з чинною нормативно-правовою базою щодо благополуччя тварин, так і в усвідомленні та закріпленні його біоетичних аспектів.

¹² Резніков О. Г. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах. Перший національний конгрес з біоетики / Ендокринологія, 2003. Т. 8. № 1. С. 142–145.