

International Science Group

ISG-KONF.COM

XIII

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE
«GLOBAL TRENDS AND DIRECTIONS OF SCIENTIFIC
RESEARCH DEVELOPMENT»**

Bilbao, Spain

March 31 – April 3, 2026

ISBN 979-8-90214-550-9

DOI 10.46299/ISG.2026.1.13

GLOBAL TRENDS AND DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT

Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference

Bilbao, Spain
March 31 – April 3, 2026

UDC 01.1

The 13th International scientific and practical conference “Global trends and directions of scientific research development” (March 31 – April 3, 2026) Bilbao, Spain. International Science Group. 2026. 228 p.

ISBN – 979-8-90214-550-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.13

EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna</u> <u>Mykolaiivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES		
1.	Ismailaj E., Huqi A., Varaku S., Palmieri D. CULTIVAR RESPONSE OF TOMATO TO FUSARIUM OXYSPOURUM ISOLATES FO23 AND FOL43 UNDER CONTROLLED CONDITIONS	10
2.	Ismailaj E., Huqi A., Varaku S., Palmieri D. BIOCONTROL POTENTIAL OF MICROBIAL ANTAGONISTS AGAINST FUSARIUM OXYSPOURUM IN TOMATO UNDER CONTROLLED CONDITIONS	14
AGRONOMY		
3.	Бойко О.Г. ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИНИ ТА АГРОЦЕНОЗУ ТОПНАМБУРА ЗА РІЗНИХ НОРМ ТА СПІВВІДНОШЕНЬ NPK	17
ART		
4.	Дмитрук Д.А., Оконченко О.М. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ДИЗАЙНУ СЕРЕДОВИЩА ЛЬВІВСЬКОЇ ДИТЯЧОЇ ШКОЛИ НАРОДНИХ МИСТЕЦТВ	21
AVIATION AND SPACE TECHNOLOGY		
5.	Pryimak L., Dovhal A., Kabuka S. STATISTICAL MODELING OF WEAR IN AIRPORT GROUND SUPPORT EQUIPMENT	25
CHEMISTRY		
6.	Klimko Y., Koshchii I. SYNTHESIS OF CAGE AMINES BY THE RITTER REACTION	30
COMPUTER ENGINEERING		
7.	Harmash N., Chub A., Lytvynenko M. PERFORMANCE BENCHMARKING OF VIRTUAL MACHINES AND CONTAINERS IN HIGH-DENSITY COMPUTING ENVIRONMENTS	36

COMPUTER SCIENCE		
8.	Shaposhnikov M., Grinchenko M., Grinchenko E. TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SCENARIO FORMATION IN RESOURCE ALLOCATION PLANNING OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS BASED ON GENETIC ALGORITHMS AND NONLINEAR PROGRAMMING	38
9.	Stepanov O., Klym H. A HYBRID COMMUNICATION MODEL FOR WEBASSEMBLY MEMORY MANAGEMENT IN MICRO-FRONTENDS	41
CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING		
10.	Burda Y. TRANSIENT MODELING OF COUPLED FLUID FLOW AND HEAT TRANSFER MECHANISMS IN THERMODYNAMIC SYSTEMS	43
11.	Гладишев Д.Г. ОГЛЯД МЕТОДІВ ПІДСИЛЕНЬ ТОНКОСТІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОБОЛОНОК ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД	47
CULTURAL STUDIES AND MUSEUM STUDIES		
12.	Horieva V. THE ROLE OF THE UNIQUE UNIVERSAL FUND OF THE NATIONAL LIBRARY OF UKRAINE NAMED V. I. VERNADSKYI IN UKRAINE AND THE WORLD	55
DENTISTRY		
13.	Дмитрієва О.О. КОНЦЕНТРАЦІЯ ПРО- ТА ПРОТИЗАПАЛЬНИХ ІНТЕРЛЕЙКІНІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ ГЕНЕРАЛІЗОВАНИМ ПАРОДОНТИТОМ У НАСЕЛЕННЯ ПРИФРОНТОВОГО МІСТА	58
ECOLOGY		
14.	Khvalin D. THE IMPORTANCE OF IRRADIATED MATERIAL CHARACTERIZATION	61
15.	Мельник С.В., Кузнецова М.В. ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ХВИЛЬ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН	63

16.	Черниш Р.В. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДЕТЕРМІНОВАНОГО ЗЛИТТЯ МУЛЬТИДЖЕРЕЛЬНИХ ДАНИХ ЗА СПІЛЬНИМ ЧАСОВО- ПРОСТОРОВИМ КЛЮЧЕМ	67
ECONOMICS		
17.	Kolodiichuk V., Kurtyak M. HISTORICAL OVERVIEW OF THE EVOLUTION OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY	70
18.	Mashyna Y. TRANSFORMATION OF FINANCIAL SECURITY IN THE FACE OF GEOPOLITICAL INSTABILITY	74
19.	Ratoshniuk T., Ratoshniuk V., Ratoshniuk V. THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF THE ECONOMIC EVALUATION OF ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY FOR GROWING FIELD CROPS ON THE DERNOVO-PIDZOLIC SOILS OF THE POLISSYA REGION OF UKRAINE	77
20.	Жукович І.А. SCIMAGO ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ НАН УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНОМУ ДОСЛІДНИЦЬКОМУ ПРОСТОРІ	84
21.	Залужний А.Л. ЕКОНОМІКА ЗНАНЬ ТА МЕРЕЖЕВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ: ВИКЛИКИ ПОСТІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕПОХИ	88
22.	Якушева Н.В. ПЛАТФОРМНА ЕКОНОМІКА ЯК ІННОВАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВЕДЕННЯ БІЗНЕСУ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ	91
EDUCATION		
23.	Tsulaia N. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: OPPORTUNITIES, THREATS, AND MITIGATION APPROACHES	95
24.	Бердник Б.І. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ДІЯЛЬНОСТІ ВИКЛАДАЧА ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ	105

25.	Бовгиря Д.Д. ДІАГНОСТИКА СТАНУ СФОРМОВАНOSTІ ОСОБИСТІСНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ ЮРИСТІВ	107
26.	Гончар Л.Г. РАНКОВА ФІЗИЧНА ЗАРЯДКА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ДИСЦИПЛІНУ КУРСАНТА	111
27.	Золотарьова Т.В. НАУКОВІ ДИДАКТИЧНІ КАЗКИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСВОЄННЯ СУТНОСТІ ТРИГІБРИДНОГО СХРЕЩУВАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З ГЕНЕТИКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ КОРЕКЦІЙНИХ ПЕДАГОГІВ	115
28.	Панов А.В., Панова А.О., Зелік А.М. ВИЩА ОСВІТА В ФРАНЦІЇ	124
ELECTRICAL ENGINEERING		
29.	Yevtukhova T., Novoseltsev O. A SYSTEM OF SYSTEMS SERVICE-ORIENTED CONCEPT IN ENERGY: THE TRENDS AND INNOVATIONS	131
GEOGRAPHY AND REGIONAL STUDIES		
30.	Flinta P., Flinta K. RETROSPECTIVE-GEOGRAPHICAL FEATURES OF FOREST LAND USE IN KREMENETS DISTRICT (TERNOPIL REGION, UKRAINE)	134
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES		
31.	Smetiukh A. ADVANCEMENTS IN LSTM-BASED TRAFFIC OPTIMIZATION: METHODOLOGIES, PRACTICAL RECOMMENDATIONS, AND A PROPOSED PREDICTION MODEL	137
32.	Кунгурцев О.Б., Чорба Р.В., Новикова Т.О. АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ПОШУКУ ФАХІВЦЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ В ІТ-КОМПАНІЇ	144
LAW		
33.	Рорук S. PROTECTION OF HONOR, DIGNITY AND BUSINESS REPUTATION IN UKRAINE	149

34.	Лозинський Ю.Р. АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВА ЗАБОРОНА: ОКРЕМІ АСПЕКТИ	151
MANAGEMENT		
35.	Харчук В.Ю. ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЛАСНС-РИЗИКІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ	153
MEDICINE		
36.	Abdullina G.M., Mikhailova I., Kalmakhanov A.P., Esimova Z.U., Zhumagaliyev A.G. CLINICAL SIGNIFICANCE OF MYOCARDIAL TISSUE CHARACTERIZATION BY CARDIAC MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN CARDIOMYOPATHIES	157
37.	Boranbaeva A.S., Assylkhanov N.S., Sailaubekova S.K., Tassanova R.B., Utepkaliyeva D.B. OCULAR ISCHEMIC SYNDROME ASSOCIATED WITH CAROTID ARTERY STENOSIS: THE ROLE OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IN EARLY DETECTION AND LONGITUDINAL MONITORING	164
38.	Kurafieieva O., Tykhonova L. HEPATIC ENCEPHALOPATHY PRESENTING WITH ACUTE NEUROLOGIC DEFICITS IN CIRRHOSIS: CASE REPORT AND PRACTICAL DIAGNOSTIC APPROACH	172
39.	Matkivska R., Dzevulska I., Levon M., Ibragimova I., Maievskiy O. DYNAMICS OF PROTEOLYTIC ACTIVITY OF RAT KIDNEY TISSUE ON THE FIRST AND THIRD DAY OF EXPERIMENTAL INTOXICATION WITH L. MACROCTENUS SCORPION VENOM	174
40.	Shukirgaliyeva M.T., Budanova A.D., Kairgeldinova S.Y., Kenzhebayeva A.R., Zhanel I. THE ROLE OF GLP-1 RECEPTOR AGONISTS IN THE MANAGEMENT OF POLYCYSTIC OVARY SYNDROME AND OBESITY	178
41.	Скороходова Н. ДІАГНОСТИКА ПОЗАЛЕГЕНЕВОГО ТУБЕРКУЛЬОЗУ У ВІЛ-ІНФІКОВАНИХ	186

42.	Шевчук В.А., Левон М.М. НЕЙРОГЕННА КОМПРЕСІЯ ВЕРХНЬОЇ АПЕРТУРИ ГРУДНОЇ КЛІТКИ З НЕТИПОВОЮ СИМПТОМАТИКОЮ: АНАТОМО-КЛІНІЧНИЙ АНАЛІЗ	190
PHILOLOGY		
43.	Гнатюк О.І., Кондрин А.А. MEDICAL TERMINOLOGY IN ENGLISH: IMPORTANCE FOR FUTURE DOCTORS	197
44.	Лещенко О.П., Леонідов Д. УМОВИ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ	201
PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS		
45.	Калашник Н. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СИЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ У КУЛЬОВІЙ СТРІЛЬБІ З ПІСТОЛЕТА В КОНТЕКСТІ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	204
PSYCHOLOGY		
46.	Dunaievskia T. GLOBAL TRENDS AND DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT: THE ROLE OF EMOTIONAL-LEVEL HAPPINESS MANAGEMENT (ELHM) IN CONTEMPORARY COACHING AND POSITIVE PSYCHOLOGY	207
47.	Prodan Y., Yushchenko L., Novikova S. HÉTÉROGÉNÉITÉ DES FONCTIONS EXÉCUTIVES DANS LES TROUBLES DU SPECTRE DE L'AUTISME: POURQUOI LE MODÈLE DU " DÉFICIT UNIQUE " EST INSUFFISANT	211
48.	Продан Є.О., Кузьміна Є.С., Ющенко Л.П. ЖИТТЄВА АНТИЦИПАЦІЯ ТА МАЙБУТНЬО-ОРІЄНТОВАНЕ ПІЗНАННЯ У ДОРОСЛИХ ІЗ РАС: ДО ІНТЕГРАТИВНОЇ ТЕОРЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ	214
49.	Трущенко Л.П. ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВІВ ТРИВОЖНОСТІ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	217

50.	Хоптяр О.В. ПСИХОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ СЦЕНІЧНОЇ ТРИВОЖНОСТІ ПІДЛІТКІВ ТА ЇХ КОРЕКЦІЯ ЗАСОБАМИ КОГНІТИВНО-ПОВЕДІНКОВОЇ ТА ТАНЦІОВАЛЬНО-РУХОВОЇ ТЕРАПІЇ	220
SOCIOLOGY		
51.	Брюханова Н.О. ОСВІТА ВПРОДОВЖ ЖИТТЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СОЦІАЛЬНОЇ МОБІЛЬНОСТІ ТА ПОДОЛАННЯ НЕРІВНОСТІ	224

CULTIVAR RESPONSE OF TOMATO TO FUSARIUM OXYSPORUM ISOLATES FO23 AND FOL43 UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Ismailaj Elion
PhD candidate

Dr. Huqi Aris
Lecturer

Prof.Dr. Varaku Skënder
Professor

Dr. Palmieri Davide
Researcher
Agricultural University of Tirana, Albania
University of Molise, Italy

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most important vegetable crops cultivated under protected conditions in Albania and throughout the Mediterranean region. Its economic importance is closely linked to the expansion of greenhouse production systems, which allow higher productivity and more stable market supply. However, intensive greenhouse production also increases the risk of soil-borne diseases, especially when the same crop is cultivated repeatedly in the same substrate or soil. Among the main pathogens affecting tomato under these conditions, *Fusarium oxysporum* is one of the most destructive because of its persistence in soil and its ability to infect the vascular system of the plant, causing chlorosis, stunting, wilting and, in severe cases, plant death.

The management of *Fusarium* wilt in tomato depends heavily on the interaction between pathogen aggressiveness and host resistance. For this reason, the evaluation of cultivar response is one of the most practical steps for disease management. Commercial seed companies frequently indicate resistance to races 0 and 1 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, but the actual response of cultivars may vary when they are exposed to local isolates with different pathogenic behavior. Therefore, the study of cultivar reaction to both standard and local isolates is essential for understanding disease risk under Albanian greenhouse conditions.

The aim of this study was to evaluate the response of selected tomato cultivars to two fungal isolates, FO23 and FOL43, under controlled conditions. FO23 represented the local *Fusarium oxysporum* isolate identified as one of the most aggressive strains in previous pathogenicity tests, while FOL43 was used as a comparative reference isolate of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. The work was based on experiments included in doctoral research focused on *Fusarium* wilt in greenhouse tomato production in Albania.

Six tomato cultivars were included in the study: BRSAR, N507, Pink Rock F1, INKAS, San Marzano Nano and Montagano. According to the available seed information, BRSAR, N507, Pink Rock F1 and INKAS were commercial cultivars with declared resistance to races 0 and 1, while San Marzano Nano was non-resistant and Montagano was a local cultivar with undetermined resistance status. Seedlings were produced from seed and transplanted 15 days after germination into pots containing a substrate composed of universal soil and perlite in a 50:50 ratio. The substrate was artificially infested before transplanting with the selected fungal isolate. The plants were then maintained under controlled conditions and evaluated for visible symptoms, mortality, yellowing, reduced growth and general vigor.

The results showed clear differences among cultivars. San Marzano Nano and Montagano were the most susceptible materials. They developed the strongest symptoms, including marked chlorosis, reduced vegetative growth and severe decline after inoculation. Their behavior confirmed that local or non-resistant germplasm may be highly vulnerable to *Fusarium* wilt when exposed to aggressive isolates.

A different pattern was observed in the commercial cultivars. BRSAR, N507, Pink Rock F1 and INKAS showed an effective response against FOL43. In these cultivars, FOL43 did not produce mortality under the experimental conditions. This result was consistent with the declared resistance profile of these materials and suggested that their resistance remained effective against the reference isolate.

However, when the same cultivars were inoculated with FO23, the response was different. Although these cultivars were less affected than San Marzano Nano and Montagano, FO23 still caused visible symptoms and some degree of mortality. This means that the local isolate FO23 was able to infect cultivars that behaved as resistant to FOL43. The findings indicate that local pathogen populations may represent a more relevant challenge for greenhouse tomato production than standard reference isolates alone.

Among the tested cultivars, N507 showed the most stable overall response. In addition to its lower visible symptom expression, the physiological assessment performed in the broader thesis framework indicated that N507 also showed the lowest reduction in chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids after inoculation with FO23. This suggests that its response was not only visually more tolerant, but also physiologically more stable under pathogen pressure. Therefore, N507 appears to be one of the most promising cultivars among those tested for greenhouse systems where local *Fusarium oxysporum* populations are present.

The comparison between FO23 and FOL43 has important practical implications. It suggests that resistance claims based only on standard pathogen races may not be sufficient for predicting cultivar performance under local production conditions. A cultivar that performs well against a known reference isolate may still suffer damage from a local aggressive isolate. This emphasizes the need to evaluate cultivars using pathogen populations that are actually present in the production system where they will be grown.

From an applied perspective, these results support three main conclusions. First, cultivar choice remains one of the most important components in the integrated

management of Fusarium wilt. Second, local isolates such as FO23 should be included in resistance screening programs, because they may behave differently from reference strains. Third, cultivars such as N507 that combine lower symptom severity with better physiological stability deserve further attention in breeding, greenhouse production and integrated protection programs.

Table 1. Comparative response of tomato cultivars to isolates FO23 and FOL43 under controlled conditions

Cultivar	Response to FO23	Response to FOL43	General interpretation
Montagano	High susceptibility	Susceptible	Highly vulnerable local cultivar
San Marzano Nano	High susceptibility	Susceptible	Non-resistant and highly vulnerable
BRSAR	Partial susceptibility	Resistant response	Commercial resistance more effective against FOL43
N507	Lower susceptibility	Resistant response	Most stable cultivar among tested commercial lines
Pink Rock F1	Partial susceptibility	Resistant response	Better protection against FOL43 than FO23
INKAS	Partial susceptibility	Resistant response	Incomplete protection against local isolate FO23

Source of the table: compiled by the author from the doctoral research dataset.

In conclusion, the study demonstrated that tomato cultivars differ substantially in their response to Fusarium oxysporum isolates FO23 and FOL43. San Marzano Nano and Montagano were the most susceptible cultivars, while commercial resistant cultivars performed well against FOL43 but were not completely protected against FO23. Among them, N507 showed the most stable overall behavior. These findings underline the importance of testing tomato cultivars with local pathogen isolates in order to support realistic and effective disease management strategies for greenhouse production in Albania.

List of references

1. Ismailaj, E., Huqi, A., Palmieri, D., Ianiri, G., Varaku, S. Morphological and molecular identification of Fusarium oxysporum as the main cause of wilt disease of tomatoes grown in greenhouses in Albania. EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy.
2. Gordon, T. R. Fusarium oxysporum and the Fusarium wilt syndrome. Annual Review of Phytopathology.
3. Srinivas, C., Devi, D. N., Murthy, K. N., Mohan, C. D., Lakshmeesha, T. R., Singh, B., et al. Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici, causal agent of vascular wilt disease of tomato: biology to diversity – a review. Saudi Journal of Biological Sciences.

4. Rodríguez-Molina, M. C. Vascular colonization patterns in susceptible and resistant tomato cultivars inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 0 and 1. *Plant Pathology*.

5. Lievens, B., Rep, M., Thomma, B. P. H. J. Recent developments in the molecular discrimination of formae speciales of *Fusarium oxysporum*. *Pest Management Science*.

BIOCONTROL POTENTIAL OF MICROBIAL ANTAGONISTS AGAINST FUSARIUM OXYSPORUM IN TOMATO UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Ismailaj Elion
PhD candidate

Dr. Huqi Aris
Lecturer

Prof.Dr. Varaku Skënder
Professor

Dr. Palmieri Davide
Researcher
Agricultural University of Tirana, Albania
University of Molise, Italy

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most important crops cultivated under greenhouse conditions in Albania. Its economic value is high, but its productivity is frequently threatened by soil-borne pathogens that persist in production systems and are difficult to control once established. Among these, *Fusarium oxysporum* is one of the most important because it infects the root system, colonizes the vascular tissues, and causes chlorosis, reduced vigor, wilting, and plant death. In protected cultivation systems, the repeated use of the same soil or substrate favors the persistence of inoculum and increases the risk of disease outbreaks.

For this reason, the search for sustainable alternatives to chemical disease control is of increasing importance. Biological control is considered one of the most promising approaches, especially in greenhouse systems where environmental conditions can be managed more precisely and where microbial antagonists can be applied preventively. Beneficial microorganisms may reduce pathogen damage through different mechanisms, including competition for nutrients and space, suppression of pathogen development, and stimulation of plant growth. In addition, some microbial strains may act as biostimulants, helping the plant to maintain vigor even under pathogen pressure.

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of three microbial antagonists against *Fusarium oxysporum* isolate FO23 in tomato: *Papiliotrema terrestris* PT22AV, *Bacillus amyloliquefaciens* BO7, and *Trichoderma harzianum* T22. In addition to the individual treatments, a microbial consortium composed of all three antagonists was also evaluated. The work was based on experimental results generated within doctoral research on *Fusarium* wilt of tomato in Albania.

The host plant used in the experiment was tomato cultivar San Marzano Nano, which had already shown high susceptibility to *Fusarium oxysporum* in previous assays. FO23 was selected as the pathogen because it was identified as one of the most

aggressive local isolates. The pathogen was inoculated into the substrate at a concentration of 2×10^7 conidia for gram soil, 24 hours before transplanting. The microbial antagonists were applied as root treatments before transplanting. PT22AV and BO7 were applied at 1×10^8 cells ml^{-1} , while T22 was applied at 5×10^7 conidia ml^{-1} . Control plants were maintained either in pathogen-free substrate or in substrate inoculated only with FO23.

The results showed clear differences among the tested antagonists. PT22AV gave the strongest individual response. Plants treated with PT22AV alone showed a visible biostimulant effect, with better vegetative growth compared with the untreated control. When PT22AV was applied together with FO23, plants maintained higher vigor, lower chlorosis, and better growth than plants treated only with the pathogen. This indicates that PT22AV acted not only as a suppressive microorganism, but also as a growth-promoting agent able to compensate part of the pathogen damage.

BO7 also showed a positive effect, although weaker than PT22AV in terms of biostimulation. Plants treated with FO23 + BO7 were visibly healthier than plants inoculated only with FO23. They showed reduced chlorosis and improved growth, indicating that BO7 contributed to symptom suppression. However, BO7 alone did not produce a strong growth-promoting effect in the absence of the pathogen. This suggests that its main contribution in this pathosystem was related more to disease mitigation than to direct stimulation of plant development.

T22 showed the weakest individual performance among the three antagonists. Plants treated with FO23 + T22 were only slightly better than those treated with FO23 alone. Some reduction in chlorosis was observed, especially at later stages of evaluation, but the overall improvement remained limited compared with PT22AV and BO7. Similarly, T22 alone did not show a marked biostimulant effect on tomato seedlings under the tested conditions. These findings indicate that, in this specific tomato–FO23 interaction, T22 had only modest protective capacity.

The most important result of the study was obtained with the microbial consortium composed of PT22AV, BO7 and T22. This treatment produced the best overall plant response. Tomato seedlings treated with the consortium in the presence of FO23 showed higher vigor, greener leaves, and lower symptom severity than plants treated with the pathogen alone or with any single microbial antagonist. The consortium therefore provided a broader and more stable protective effect than the individual treatments.

This result suggests that the combined use of microbial antagonists may improve biocontrol performance because different organisms can contribute complementary mechanisms. One strain may provide stronger growth stimulation, another may reduce pathogen damage more effectively, and together they may generate a more stable protective environment around the root system. In practical terms, this makes the microbial consortium the most promising treatment among those tested.

Table 1. Comparative response of microbial antagonists against *Fusarium oxysporum* isolate FO23 in tomato

Treatment	Biostimulant effect	Symptom reduction	General interpretation
PT22AV	Strong	Clear	Best individual treatment
BO7	Moderate	Moderate	Useful suppressive effect
T22	Weak	Slight	Limited protective effect
PT22AV + BO7 + T22	Strong	Strong	Best overall treatment
FO23 only	None	None	Severe pathogen damage reference

Source of the table: compiled by the author from the doctoral research dataset.

The results of this study have direct practical relevance for sustainable tomato protection under greenhouse conditions. First, they confirm that biological control agents can reduce the negative effects of aggressive local isolates of *Fusarium oxysporum*. Second, they show that the tested antagonists differ in effectiveness and therefore should not be considered equivalent. Third, they demonstrate that combined microbial treatments may offer stronger protection than single agents alone.

In conclusion, the study demonstrated that microbial antagonists can contribute to the suppression of *Fusarium oxysporum* in tomato, but their effectiveness depends on the organism used. PT22AV showed the strongest individual performance, BO7 also provided useful suppression, and T22 was less effective under the tested conditions. The microbial consortium composed of PT22AV, BO7 and T22 produced the best overall result, indicating that combined biological control strategies may represent the most promising approach for future greenhouse management of *Fusarium* wilt in tomato.

List of references

1. Fravel, D., Olivain, C., Alabouvette, C. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytologist*.
2. Gordon, T. R. *Fusarium oxysporum* and the *Fusarium* wilt syndrome. *Annual Review of Phytopathology*.
3. Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*.
4. Palmieri, D., Ianiri, G., Del Grosso, C., Barone, G., De Curtis, F., Castoria, R., Lima, G. Advances and perspectives in the use of biocontrol agents against fungal plant diseases. *Horticulturae*.
5. Ismailaj, E. Doctoral research dataset on *Fusarium oxysporum* in tomato under greenhouse conditions.

ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИНИ ТА АГРОЦЕНОЗУ ТОПІНАМБУРА ЗА РІЗНИХ НОРМ ТА СПІВВІДНОШЕНЬ НРК

Бойко Олег Георгійович

кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри агробіотехнологій
Західноукраїнський національний університет
м. Тернопіль, Україна

Вступ. Серед сукупності факторів, що визначають урожайність рослин, провідна роль належить фотосинтезу. За рахунок фотосинтезу в результаті використання енергії сонячної радіації створюється до 95% органічної речовини. Отже, управління процесами фотосинтезу, їх регулювання є одним з найефективніших шляхів управління продуктивністю культури. Низкою вчених доведено: «що найефективнішим засобом впливу на листовий апарат та його фотосинтетичну активність є мінеральні добрива [1, 2].

Тісний прямий зв'язок між продуктивністю посіву польових культур та величиною площі асиміляційної поверхні. При цьому вони показали, що у створенні високопродуктивних посівів польових культур велике значення мають не тільки параметри посіву, але й графіки росту площі листя [3].

У рослин з періодом активної вегетації (сходи – збирання) 130-140 днів, що близько до вегетаційного періоду топінambuра в перший рік життя оптимальним є такий графік, коли на 45-й день від сходів вона досягає 30 тис. м/га, а на 65-й день – максимуму в 40 тис. м/га і зберігається на цьому рівні до збирання [4].

Розвиток площі листя в посівах має бути таким, щоб протягом вегетаційного періоду листові поверхні швидко наростала, досягала максимальної величини та поглинала найбільшу кількість ФАР. Найкращим є посів, у якого за короткий період площа листя досягає 40 - 60 тис. м²/га. Цьому більшою мірою сприяє формування оптимальної густоти стояння рослин, а також внесення мінеральних добрив [5].

Результати досліджень. Нами виявлено значний вплив норм та співвідношення мінеральних добрив і погодних умов у роки досліджень на формування листової поверхні топінambuра (табл. 1, 2). Топінambuр формує велику площу листя, яка за більшістю варіантів відповідає оптимальним розмірам. Найбільших значень площа листової поверхні однієї рослини топінambuра досягає на початку цвітіння (18-20.08), її величина в середньому за 2 роки у варіанті без добрив досягає 56,6 дм², а у варіантах з добривами – 72,1-94,8 дм². При внесенні N₆₀P₆₀K₆₀ порівняно з контролем площа листя рослин збільшилася на 23,5 %, Подальше збільшення доз мінеральних добрив супроводжується збільшенням площі листя.

Таблиця 1

Динаміка наростання асиміляційної поверхні топінамбура в середньому за два роки (2024-2025 рр.)

№ п/п	Варіанти дослідів	Однієї рослини, дм				
		20.06	6.07	21.07	20.08	10.09
1.	Без добрив	6,7	15,2	31,3	56,6	53,3
2.	P ₆₀ K ₆₀	6,4	12,6	36,4	75,8	67,0
3.	N ₆₀ P ₆₀	6,0	21,4	46,1	85,3	63,7
4.	N ₆₀ K ₆₀	5,9	24,7	49,0	73,9	66,7
5.	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,8	20,3	44,2	69,9	63,5
6.	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	7,1	24,2	46,7	93,2	68,5
7.	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	6,1	18,3	42,2	94,8	61,3
8.	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	9,2	22,6	40,3	72,1	64,9

У період максимуму найбільшу площу листя сформували рослини у варіанті N₆₀P₉₀K₆₀ – 94,8 дм². Роль окремих елементів живлення у формуванні площі листя рослин у період максимуму важко виявити через їхню взаємодію. З парних поєднань найбільшого значення вона досягла у варіанті N₆₀P₆₀ – 85,3 дм², а додавання K₃₀ - лише на 2,2 дм². При високих дозах виявлено переважну роль азоту і фосфору у збільшенні площі листя. У варіантах N₉₀P₆₀K₆₀ та N₆₀P₉₀K₆₀ вона сформувалася на 23,3 – 24,9 дм більше, ніж при інших поєднаннях НРК.

На формування листової поверхні топінамбура великий вплив мають погодні умови (табл. 3). Погіршення умов вологозабезпечення супроводжується значним зниженням площі листової поверхні рослин.

Так, у спекотний і сухий 2024 рік листова поверхня на контролі в період максимуму становила 34,1 дм² і була в 3,24 рази меншою, ніж у вологий 2025 рік.

Таблиця 3

Вплив норм та співвідношення елементів мінерального живлення на динаміку формування площі листя у роки з різною вологозабезпеченістю, дм²

№ п/п	Варіанти дослідів	2024 рік					2025 рік				
		18.06	4.07	18.07	5.08	19.08	22.06	7.07	21.07	5.08	18.08
1.	Без добрив	6,6	20,0	30,8	34,1	25,9	7,1	11,6	44,4	92,4	110,5
2.	P ₆₀ K ₆₀	4,8	17,5	28,4	32,4	20,8	8,6	10,8	38,6	95,1	108,5
3.	N ₆₀ P ₆₀	6,6	24,9	72,3	27,0	39,6	5,9	21,1	41,0	92,2	133,9
4.	N ₆₀ K ₆₀	7,6	26,7	42,1	30,7	34,7	4,7	14,8	56,9	96,0	103,0
5.	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,4	32,9	40,5	39,7	40,9	5,6	19,3	46,9	101,9	103,5
6.	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	5,1	25,9	38,7	35,6	47,3	8,6	23,5	78,4	127,7	142,8
7.	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	6,3	24,9	36,6	34,7	40,6	6,75	12,2	31,9	96,8	132,3
8.	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	8,4	18,2	33,6	33,6	42,7	8,1	20,3	38,1	130,3	112,7

У варіанті, де вона досягала найбільших розмірів ($N_{90}P_{60}K_{60}$) у різко посушливому 2024 р. становила 47,2 дм, у 2025 р. – 142,8 дм². Високі показники площі листя у роки з нормальним зволоженням створюють оптимальні умови для формування високих урожаїв надземної частини та бульб топінамбура.

Середня площа листя агроценозу топінамбура визначається шляхом ділення сумарного фотосинтетичного потенціалу посіву на кількість днів вегетації. Вона є показником середньої величини листової поверхні агроценозу.

Виявлено сильний вплив добрив на цей показник (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив норм та співвідношення елементів мінерального живлення на формування максимальної та середньої площі листків топінамбура

№ п/п	Варіанти досліджу	$L_{\text{макс}}$, тис.м ² /га			$L_{\text{серед}}$, тис.м ² /га		
		2024	2025	Середнє за 2 роки	2024	2025	Середнє за 2 роки
1.	Без добрив	16,2	54,2	35,2	7,9	22,3	15,1
2.	$P_{60}K_{60}$	17,0	55,2	36,1	9,4	29,6	19,5
3.	$N_{60}P_{60}$	21,1	66,9	44,0	10,6	31,6	21,1
4.	$N_{60}K_{60}$	21,0	51,5	36,3	12,7	29,4	21,0
5.	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,5	51,7	36,1	11,9	28,9	20,4
6.	$N_{90}P_{60}K_{60}$	23,7	71,4	47,6	11,1	36,0	23,6
7.	$N_{60}P_{90}K_{60}$	20,3	66,1	43,2	10,2	32,7	21,5
8.	$N_{60}P_{60}K_{90}$	20,1	65,1	42,6	10,1	31,6	20,9

Внесення різних доз добрив підвищує середню площу листя, в середньому за 2 роки, в 1,29 - 1,56 рази. Найменше середня площа листя збільшується від внесення $P_{60}K_{60}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$, найбільше – у варіантах $N_{90}P_{60}K_{60}$ який складав в середньому за два роки – 23,6 тис.м²/га.

У різні роки показники були неоднакові. В умовах різкого дефіциту вологи (2024 р.) цей показник складав – 1,11 тис.м²/га, а при надлишковому зволоженні (2025 р.) – на варіанті $N_{60}P_{90}K_{60}$ (21,5 тис.м²/га) та $N_{90}P_{60}K_{60}$ (23,6 тис.м²/га) у першому випадку за рахунок інтенсивнішого формування листової поверхні у першій половині вегетації, у другому – за рахунок кращого її збереження наприкінці вегетації.

Висновки. На підставі цього можна зробити висновок, що при внесенні розрахункових норм NPK топінамбур регулює споживання поживних речовин з ґрунту. При високому вмісті фосфору в ґрунті він здатний накопичувати високі врожаї без його внесення.

Таким чином, внесення добрив збільшує розміри асимілюючої поверхні рослин та агроценозу топінамбура і формування площі листя.

При нормальному зволоженні в удобрених варіантах створюється листова поверхня, яка в період максимуму за більшістю варіантів відповідає її оптимальним параметрам (40 – 48 тис. м²/га).

Список літератури

1. Олійник З. І. Топінамбур: сорти, технології, добрива. – Львів: Аграрна книга, 2020. – 128 с.
2. Barnes J., Keller J. Optimization of NPK rates for Jerusalem artichoke as bioenergy crop // *Biomass & Bioenergy*. – 2015. – Vol. 74. – P. 162-171.
3. Варламов Г. Р. Топінамбур – селянину в справах помічник / Г. Р. Варламов, А. П. Варламов // *Сільський механізатор*. – 2003. – №2. – С. 28-29.
4. Жуковський П.М. Топінамбур / П.М. Жуковський // *Культурні рослини та їх родичі*. – К.: Колос, 1998. – С. 293-295.
5. Рихлівський І.П. Біологічні та агротехнічні основи впровадження топінамбура в промислову культуру в умовах південно-західної лісостепу України / І.П. Рихлівський // *Рослинні ресурси для здоров'я людини (обробка, переробка, маркетинг): Матеріали 1-ої Міжнародної науково-практичної конференції*. – К.: Аріс, 2002. – С. 172-176.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ДИЗАЙНУ СЕРЕДОВИЩА ЛЬВІВСЬКОЇ ДИТЯЧОЇ ШКОЛИ НАРОДНИХ МИСТЕЦТВ

Дмитрук Дарина Андріївна

студентка кафедри дизайну та основ архітектури
Національний університет “Львівська політехніка”

Оконченко Ольга Михайлівна

кандидат архітектури, доцент
кафедри дизайну та основ архітектури
Національний університет “Львівська політехніка”

Більшість шкіл в Україні, які збудовані ще у радянський період, оточені територіями благоустрій яких давно фізично і морально застарів. Він не задовольняє навіть базові утилітарні потреби, а будучи запроєктованим на рівні генплану, позбавлений важливих елементів дизайну для формування найближчого оточення людини, окрім того, часто не відповідає сучасним вимогам з доступності, безпечності та інклюзивності громадських просторів. Тому сьогодні особливої уваги потребує дизайн предметно-просторового середовища територій при дитячих навчальних закладах.

У багатьох відкритих просторах шкіл досі не розв'язані питання важливості візуальної частини для створення естетичного і культурного досвіду, що не може відбутися без поєднання сучасних технологічних рішень із залученням засобів мистецтва і дизайну. Тому більшість шкіл потребують покращення рішень в художньо-образному і функціональному планах.

Значна кількість сучасних праць з урбодизайну проголошує важливість створення не просто благоустрою, чи окремих елементів дизайну, а цілісних концепцій образу середовища і простору, у якому люди взаємодіють між собою і з предметним наповненням. Сучасні дослідники зазначають, що в громадських просторах окрім забезпечення утилітарно-функціональних потреб, є актуальним забезпечення цінності середовища як елемента художньої культури. [1; 2; 3]

Якість середовища, у якому перебувають діти, суттєво впливає на їхній фізичний, емоційний і психологічний розвиток. Представники різних сфер знань – архітектори, дизайнери, фахівці з містобудування – активно досліджують це питання, прагнучи виробити принципи та рекомендації, які відповідатимуть вимогам сучасного підходу до проектування відкритих просторів біля шкіл. Особливо актуальними є підходи з інтеграції інтерактивного обладнання, врахування потреб дітей з особливостями розвитку, активізація засобами дизайну фізичної та інтелектуальної діяльності.

Дослідження світового досвіду підтверджують важливість гармонізації традиційних архітектурних форм із сучасним дизайнерським мисленням. Створення навчального середовища вимагає інтеграції психологічних,

функціональних і естетичних аспектів, передбачаючи адаптацію до потреб різновікової аудиторії, забезпечення інклюзивності, використання сталих матеріалів та застосування гнучких просторових рішень. Культура середовища впливає не лише на творчий потенціал дітей, а й на їхній емоційний добробут, сприяючи формуванню сприятливої атмосфери для навчання й розвитку.

Мета статті представити результати передпроектного дослідження задля розроблення концепції проєкту дизайну середовища території біля Львівської дитячої школи народних мистецтв.

Проблема наявний простору школи це застарілість благоустрою та ландшафту, відсутність належних можливостей забезпечення культурно-освітніх та рекреаційних процесів на території школи, необхідність інтеграції художньо-образного рішення в навколишній простір школи для популяризації напрямків діяльності школи.

Завдання проєкту вдосконалення наявного благоустрою, формування нових функційних зон з належним предметно-просторовим наповненням, розроблення нових комплексів елементів дизайну, які володіють візуальною естетичною частиною, створення простору засобами мистецтва і дизайну, для набуття нового культурного і соціального досвіду, для задоволення освітніх, комунікаційних і рекреаційних потреб дітей різних вікових груп.

У результаті передпроектного дослідження було виявлено необхідність забезпечення функціональних зон для навчання (проведення лекцій, групових занять, майстеркласів), рекреаційних зон (для відпочинку, комунікації, споглядання ландшафту), зон для проведення публічних заходів (виставок, ярмарок, демонстрації фільмів). З'ясовано, що для проведення вищезазначених діяльностей потрібно окрім благоустрою, розробити ряд композиційно й естетично поєднаних комплексів багатофункційних елементів дизайну, стійких до агресивності навколишнього середовища. А саме: конструкції, які виконуватимуть функції відмежування простору та слугуватимуть основою для демонстрації творчих робіт, кількарівневі місця для сидіння поєднані з навколишнім ландшафтом, навіс для захисту від сонця і дощу під час перегляду кінофільмів та проведення майстеркласів, постійні та тимчасові меблі для творчої роботи та відпочинку.

Оскільки для грамотного дизайну середовища дуже важливим є аналіз композиційних характеристик простору і можливостей візуального сприйняття, прийнято рішення запроєктувати два майданчики з різно функційним наповненням перед головним фасадом школи. Композиційний задум полягає на послідовному розкритті видових зон в напрямку руху по осі від входу на територію школи до входу у будівлю школи. Проектовані майданчики хоча й перебувають в оточенні ландшафтних компонент, проглядаються зі сторони вулиці, що важливо для залучення нових учнів до навчання у школі.

Однією з запропонованих функцій є влаштування виставкового простору просто неба, який слугуватиме мотиваційною платформою для самих учнів, та для популяризації творчих досягнень школярів серед батьків та гостей школи.

За задумом культурна частина простору повинна відображатися в дизайні середовища. Оскільки особливістю школи є навчання різних видів народних мистецтв, і особливою гордістю школи є керамічна майстерня, вирішено надати окремим елементам дизайну образні скульптурні характеристики.

Раніше малі архітектурні форми переймали стильові характеристики «великої» архітектури, що можемо спостерігати в історичних ансамблях. У наш час дизайнери часто відходять від цих принципів, обираючи високотехнологічні, мінімалістичні, функціоналістичні, деконструктивістські рішення та рішення базовані на формах запозичених з природи.

Зважаючи на те, що об'єкт проектування знаходиться в середовищі модерністської архітектури радянського періоду, нами було прийняте рішення базувати художній образ проєктованого простору на підходах біоморфного дизайну, що дозволить поєднати архітектурне оточення і ландшафт, та використати широку палітру художньо-образних можливостей формотворення.

Природа дедалі частіше стає важливим джерелом і навчальним ресурсом для черпання нових ідей у сфері дизайну. Біоморфний дизайн – один із підходів, у якому природні форми, матеріали та структури слугують базою для створення архітектурних і дизайнерських рішень, що реалізуються через гармонійну співпрацю між людиною та природою. У дизайні біоморфний стиль проявляється через застосування природних мотивів, органічних форм і традиційних матеріалів. Для нього характерні плавні лінії, асиметрія, нелінійність і органічне поєднання зі ландшафтом. [4; 5; 6]

Композиційний образ творять кілька базових елементів дизайну – це решітки огорожі у формі павутинок, павільйон у формі мушлі, комплекси меблів з конструкціями у формі рослинного завитка, конструктивна основа для виставкових стендів з характером стебла, основними художніми характеристиками яких є криволінійність, динамічність, плавне перетікання одних форм в інші, природна колірна гама.

Отже, для проєктованого середовища території Львівської дитячої школи народних мистецтв обрано підхід, який базується на поєднанні функціональності, естетики та емоційного комфорту. Проектне рішення передбачає можливість для учнів, вчителів і гостей школи проводити спільну культурно-освітню та рекреаційну діяльність, заохочує розвиток творчого потенціалу та сприяє всебічному гармонійному формуванню особистості дитини. Концепцією передбачено послідовний сценарій залучення та знайомство відвідувачів з характером діяльності школи, який відображений у художньо-образному рішенні багатофункційного відкритого простору шляхом поєднання принципів біоморфного дизайну та скульптурно-мистецьких підходів до проєктування форм.

Список літератури:

1. Черкес Б. С., Лінда С.М. Архітектура сучасності: остання третина ХХ – початок ХХІ століть. 2014.

2. Оконченко О. М., Оконченко І. В. Дослідження міського середовища у навчальному проектуванні об'єктів дизайну для громадських просторів. // Деміург: ідеї, технології, перспективи дизайну. 2023. том 6 (2). С. 340–352. <https://doi.org/10.31866/2617-7951.6.2.2023.292160>
3. Олешко О.П., Петровська Ю.Р. Організація предметно-просторового середовища пришкольних територій. // Містобудування та територіальне планування. 2020. С. 214-216.
4. Aulia Fikriarini M., M. Ishomuddin. Biomorphich architecture approach in building form based on environmental concern. // Jurnal Teknologi. 2016. С. 97.
5. A Ghafar Ahmad. Biomorphich elements in the preservation of Sarawak Bidayuh cultural heritage interior. // ARTEKS Jurnal Teknik Arsitektur. 2025. С. 93.
6. Гелла О. І., Діденко К. В., Снітко І. А., Махонько С. О., Плотнікова Н. В. Біоморфна та параметрична архітектуратіньових навісів. // Теорія та практика дизайну. 2025. С. 45.

STATISTICAL MODELING OF WEAR IN AIRPORT GROUND SUPPORT EQUIPMENT

Pryimak Liudmyla

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Air Transport Department
National University “Kyiv Aviation Institute”

Dovhal Andrii

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Air Transport Department
National University “Kyiv Aviation Institute”

Kabyka Svitlana

Assistant of Air Transport Department
National University “Kyiv Aviation Institute”

In accordance with International Civil Aviation Organization standards and recommended practices, high reliability, safety, and operational efficiency are mandatory requirements for airport ground support equipment [1-4]. These requirements are characterized by the critical role that such equipment plays in ensuring uninterrupted airport operations, minimizing delays, and maintaining high levels of aviation safety [5, 6]. Ground support equipment operates under conditions of intensive mechanical interaction, where contact surfaces are constantly influenced to friction, wear, and varying environmental impacts [7]. These factors significantly affect the serviceability, durability, and lifetime of the equipment.

Main difficulty of the analysis of these processes is the presence of numerous influencing factors, which can be classified as controlled, partially controlled, and uncontrolled. They include load conditions, sliding velocity, temperature variations, lubrication regimes, material properties, and surface roughness characteristics [8]. In real operating environments, these factors do not act independently, rather, they exhibit complex correlations, nonlinear dependencies, and combined deterministic and stochastic behavior. Such complexity makes it difficult to apply purely deterministic analytical models. Therefore, the application of statistical and probabilistic methods becomes essential for studying, modeling, and optimizing tribological systems in airport ground support equipment [9].

Under actual operating conditions, friction and wear processes demonstrate a pronounced stochastic nature due to variability in working regimes, environmental conditions, and material heterogeneity. Numerous experimental and theoretical studies indicate that wear distribution in mechanical components typically follows either a normal or a log-normal probability law [10]. The selection of an appropriate distribution depends on the nature of the wear process, the scale of observation, and the influencing factors. The identification of these probabilistic patterns enables the

effective use of statistical approaches for reliability assessment, failure prediction, and lifecycle estimation of critical components such as bearings, gear systems, joints, and hydraulic units of ground support equipment [11, 12].

One of the key limitations in the field of tribology is the difficulties of regulation of the physical mechanisms of friction and wear, especially in complex engineering systems operating under variable conditions. As a result, empirical and semi-empirical modeling approaches are widely adopted in engineering practice [9]. These approaches rely on experimental data to establish relationships between input parameters, such as load, speed, temperature, and material characteristics and output ones, including wear rate, friction coefficient, and service life.

Among empirical approaches, polynomial regression models have proven to be particularly effective [8]. Their advantages include mathematical simplicity, flexibility, simplicity of implementation, and the ability to approximate nonlinear relationships with acceptable accuracy. In many engineering applications, first-order (linear) and second-order (quadratic) polynomial models are sufficient to capture the essential behavior of tribological systems [10]. These models allow for both qualitative and quantitative analysis of factor influence, as well as prediction of system responses under varying operating conditions.

Second-order polynomial regression model was developed based on a full factorial experimental design [8]. This design methodology provides a systematic and efficient framework for investigating the influence of multiple factors and their interactions. The use of a full factorial design ensures that all possible combinations of factor levels are considered, thereby enabling a comprehensive analysis of the system.

This approach allows for valuation of the main effects of operational parameters on wear intensity and friction characteristics, identification and quantification of significant interaction effects between variables, which are often critical in tribological processes, development of predictive models for estimating wear and performance indicators, optimization of operating conditions to increase durability and efficiency of ground support equipment components.

Furthermore, the regression models can be validated using statistical criteria and coefficient of determination, ensuring their adequacy and practical applicability. Sensitivity analysis may also be conducted to determine the relative importance of different factors and to identify critical operating conditions that significantly influence system performance. It supports the implementation of predictive maintenance strategies, which are increasingly important in modern aviation ground support equipment. By enabling early detection of potential failures and accurate estimation of components lifetime, this approach contributes to improved operational reliability, reduced downtime of airport ground support equipment, and lower maintenance costs. It also aligns with the principles of condition-based maintenance and digitalization in aviation ground support equipment.

Friction and wear processes in airport ground support equipment should therefore be considered as complex stochastic phenomena regulated by multiple interacting variables and influenced by both internal and external factors. The using of statistical methods, particularly within the framework of experimental design theory, provides an

effective and scientifically grounded means for their analysis, modeling, and optimization.

The implementation of full factorial experimental design provides the identification of significant factors and their interactions, thereby supporting the optimization of system parameters and operating regimes. It helps to make decisions regarding material selection, lubrication strategies, and operating conditions for airport ground support equipment lifetime increasing. Consequently, it becomes possible to increase component durability, improve system performance, and decrease the rate of wear [13-15].

It has been established that wear behavior in critical components of ground support equipment can be adequately described using probabilistic models based on normal and log-normal distributions. The identification of these distribution patterns provides a foundation for the application of probabilistic reliability analysis, allowing for the estimation of component lifetime, prediction of failure probability, and improvement of maintenance scheduling strategies.

The developed first- and second-order polynomial regression models have demonstrated sufficient adequacy for engineering applications. These models provide a practical and flexible framework for representing the relationships between input variables, such as load, speed, temperature, material properties and output results, including wear rate and friction coefficient. Thus, polynomial models are capable of approximating nonlinear system behavior with a satisfactory level of accuracy for engineering decision-making.

Therefore, the important outcome is the identification of dominant factors and their interaction effects that have the greatest influence on wear intensity. It provides the optimization of operating conditions, including the selection of optimal load levels and regimes, lubrication conditions, and material combinations. The integration of statistical models with operational monitoring data enables early detection of wear processes, reduction of unexpected failures, and minimization of equipment downtime. This is particularly critical in the context of airport ground support equipment operations, where reliability, safety, and operational continuity are the most important operational factors.

Thus, the use of statistically grounded models provides the decreasing of maintenance costs through more efficient using of resources. It also provides extension of component service time, supports design optimization of airport ground support equipment, improves maintenance planning procedures, and ensures compliance of ground support equipment operations with international aviation standards and recommended practices.

References:

1. EN 1915-2:2001+A1:2009:, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 2: Stability and strength requirements, calculations and test methods – CEN: 2009, – 30 p.

2. EN 1915-3:2004+A1:2009, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 3: Vibration measurement methods and reduction – CEN: 2009, – 18 p.

3. EN 1915-4:2004+A1:2009, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 4: Noise measurement methods and reduction – CEN: 2009, – 22 p.

4. EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment – General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.

5. Pryimak L. Technological solutions for enhancing the safety and service life of passenger boarding stairs at airports. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference «Current trends in the development of science and society». Oslo, Norway 2026. (March 10-13, 2026), Pp. 17-19

6. Pryimak L. Aerodrome ground support equipment safety as a system of integration of design, regulation and risk management Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. Tallinn, Estonia. 2026 (March 24-27, 2026), Pp. 16-18.

7. Dovhal A., Pryimak L. Influence of external factors on the operational reliability of locking mechanisms of two-section self-propelled boarding stairs at airports. Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Digitalization and sustainable development: from technology to society", Florence, Italy. 2026 (March 17-20, 2026), P.p 28-32.

8. Montgomery, D. C. Design and Analysis of Experiments. 10th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2019.

9. George E. P. Box, J. Stuart Hunter, William G. Hunter, & Joan B. Hunter. Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery (2nd ed., updated ed.). Wiley, 2018.

10. Kudish I. I., Covitch M. J. Modeling and Analytical Methods in Tribology. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2019. 928 p.

11. O. Tamargazin, L. Pryimak Problems of Determining the Need for Spare Parts and Materials for the Maintenance of Airport Special Equipment / Science-intensive technologies № 1(61), 2024, p. 51-58.

12. O. Tamargazin, L. Pryimak S. Kabyka Analytical justifications for the development of a simulation model of maintenance of aviation ground equipment taking into account the need for spare parts and materials / Science-intensive technologies № 4(68), 2025, C. 581-590.

13. A. Dovgal, L. Pryimak, I. Trofimov A Modified Method of Applying Detonation-Sprayed Composite Coatings by a Magnetic Field.// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.– Volume 6/5 (84). – 2016. – P. 33-38.

14. L. Pryimak, Thermal Protection Coatings for Heat-Stressed Components of Aviation Ground Equipment and Internal Combustion Engines, Proceedings of the XVII International Scientific and Technical Conference “AVIA-2025”, Kyiv, April 22–24, 2025, pp. 30.15–30.18.

15. O. Tamargazin, L. Pryimak, I. Morshch Substantiation of Expediency of Use of Tool High-Speed Cutting Steels as Coatings in Friction Units / Problems of Friction and Wear, 2024, Vol. 1(102), pp. 4–13.

SYNTHESIS OF CAGE AMINES BY THE RITTER REACTION

Klimko Yurii

PhD, Ass. Prof.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Kiyv. Ukraine

Koshchii Iryna

PhD, Ass. Prof.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Kiyv. Ukraine

Abstract

The reaction of vinylnorbornene with acetonitrile in the presence of H_2SO_4 at 20 and $50^\circ C$ was studied. The Ritter reaction for vinylnorbornene with acetonitrile in the presence of concentrated sulfuric acid occurs only at the double bond of the ring and leads to 5-vinyl-2(3)-acetaminonorbornane, and in the presence of water in the system - to a significant amount of by-product - 5-vinyl- 2(3)-norbornanol. By methods of alkaline hydrolysis and reduction with hydrogen on skeletal nickel and lithium aluminum hydride, 5-vinyl-2(3)-acetaminonorbornane can be converted into the corresponding amines both with and without a double bond in the side chain.

Keywords: cage amines, Ritter reaction, acylated amines, acetonitrile, vinylnorbornene.

Annotation

It is known that amino derivatives of framework hydrocarbons containing a structural fragment of norbornane exhibit high physiological activity [1]. One of the simplest methods for the synthesis of compounds of this group, for example, acylated amines, is the Ritter reaction, but for bicyclic dienes it has been studied using a small number of examples [3]. In this regard, it was of interest to study the influence of the conditions of this reaction on its direction for vinylnorbornene, which has a high reactivity in addition reactions and is quite accessible.

Materials and methods

IR spectra were recorded on a Specord 75-JR instrument, PMR spectra were recorded on Varian Mercury-400 and Bruker Avance DRX 500 spectrometers with TMS in accordance with the internal standard. Chromatographic analysis was carried out on a Tsvet-102 device with a glass column 1000x3 mm (5% Apiezon L on Inerton N-AW-HMDS carrier) and a capillary column 50 m long, filled with Apiezon L, carrier gas - helium. Separation of mixtures of reaction products was carried out on Silicagel 40/100 sorbent and TLC on Silufol plates. Freshly distilled technical vinyl norbornene was used for the experiments.

Reaction of vinylbornene (1) with acetonitrile.

1. To a solution of 5 g (0.042 mol) of diene (1) in 193.5 ml (3.78 mol) of acetonitrile, 11.5 ml (0.21 mol) of 94% H₂SO₄ and 9 ml (0.5 mol) of water were added with stirring and cooling with ice. Cooling was stopped and kept at 20°C for 24 hours. Then a soda solution was added to the reaction mixture until the reaction was alkaline, the organic layer was separated, and the precipitate was washed with acetonitrile. The combined organic extracts were dried over anhydrous MgSO₄, and acetonitrile was removed in vacuo. The residue was analyzed by GLC. Yield of mixture of compounds 6.1 g.

2. Carry out the same procedure as step 1. The reaction mixture was kept for 8 hours at 50°C. Product yield 6.4 g.

3. To a solution of 5 g (0.042 mol) of diene (1) in 193.5 ml (3.78 mol) acetonitrile, 11.5 ml (0.21 mol) of 94% H₂SO₄ was added dropwise over 10 min with stirring and cooling with ice, and left at 20°C for 26 h, then processed as in step 1. Yield of compounds 6.44 g.

5-Vinyl-2(3)-acetylaminonorborene (2). Isolated by column chromatography from a mixture of compounds obtained in step 1, eluent: ether - hexane (10:1). *R_f* 0.5. Yield 0.9 g, mp. 81-88°C. IR spectrum (cm⁻¹) 890, 1640, 2900, 3090, 3300. PMR spectrum (δ, ppm): 7.95 br. s (NH, 1H), 5.5 m (-CH=, 1H), 4.75 m (=CH-, 2H), 3.45 m (AcNH-CH=, 1H), 1.2-1.25 (rest H). Found (%): C 73.65, N 9.59, N 7.79. C₁₁H₁₇NO. Calculated (%): C 73.74, N 9.49, N 7.82.

5-Vinyl-2(3)-norbornanol (3). A. Similar to compound (2), *R_f* 0.8 was isolated. Yield 5 g, bp. 75-80°C (1.5 mm Hg) [6]. IR spectrum (cm⁻¹): 890, 1640, 2900, 3100, 3310. PMR spectrum (δ, ppm): 5.5 m (-CH=, 1H), 4.75 m (=CH₂, 2H), 3.5 s (OH, 1H), 3.1 m (=CH-OH, 1H), 1.2-2.0 m (rest H). Found (%): C 78.19, H 10.25. Calculated (%): C 78.26, H 10.14.

B. 12 g (0.1 mol) of diene (1) was added to 38 ml of 25% H₂SO₄, cooled with ice and stirred, heated to 95°C and kept for 2 hours. After cooling, extracted with 20 ml of ether, the organic layer was separated, washed with soda solution and dried with anhydrous sulfate sodium. After evaporation of the ether, 13.1 g of residue was obtained with 83% alcohol content (3) (according to GLC data). The mixture was distilled in vacuum, collecting the bp fraction. 85-90°C (1.7 mm Hg) [7], the alcohol yield was 9.9 g (71.1%). IR spectrum (cm⁻¹): 890, 1640, 2900, 3090, 3305. PMR spectrum (δ, ppm): 5.5 (-CH=, 1H), 4.75 m (=CH₂, 2H), 3.5 br. s (OH, 1H), 3.0 m (=CH-OH, 1H), 1.2-2.0 m (rest H).

Reaction of 5-vinyl-2(3)-norbornanol (3) with acetonitrile.

To a solution of 15 g of alcohol (3), obtained by the Ritter reaction from diene (2), in 5.8 ml of acetonitrile, 0.35 ml of 94% H₂SO₄ and 0.25 ml of water were added. Reaction. the mass was kept for 1 hour at 50-60°C, then treated with a soda solution and the organic layer was separated. The sodium sulfate precipitate was washed with acetonitrile and the combined extracts were dried over Na₂SO₄. After distilling off the solvent, 0.2 g of a mixture was obtained, which contained 67% alcohol (3) and 33% acetamine derivative (2) (according to GLC).

5-Vinyl-2(3)-aminonorbornane (4). To a solution of 3 g of acetamine (2) in 35 ml of diethylene glycol, 4.68 g of KOH was added and boiled for 6 hours.

After cooling, the mixture was poured into 200 ml of 10% KOH and extracted with ether. The extract was dried over KOH. Dry HCl gas was passed through the ethereal solution. The precipitate that formed was filtered off. The yield of hydrochloride was 2.19 g (76%). The action of a 10% KOH solution isolated free amine (4) in the form of a viscous dark liquid. PMR spectrum (δ , ppm): 5.5 m (-CH=, 1H), 4.75 m (=CH₂, 2H), 2.75 m (-CH-NH₂, 1H), 1.2-2.0 (rest H). Found (%): C 78.73, N 11.05, N 10/19. C₉H₁₅N. Calculated (%): C 78.83, N 10.95, N 10.22.

5-Ethyl-2(3)-aminonorbornane (5). A suspension of Ni-Raney in methanol was added to a solution of 0.5 g of amine hydrochloride (4) in 30 ml of methanol. The mixture was stirred for 6 hours at 20°C in a hydrogen atmosphere. Methanol and catalyst were removed. We obtained 0.5 g of amine hydrochloride (5). NMR spectrum (δ , ppm): 8.0 (-NH₃⁺, 3H), 3.0 (-CH-NH₃⁺, 1H), 1.5-2.5 (rest H). Amine (5) was isolated, like amine (4), in the form of an oily liquid with n_D^{20} 1.4677 [4].

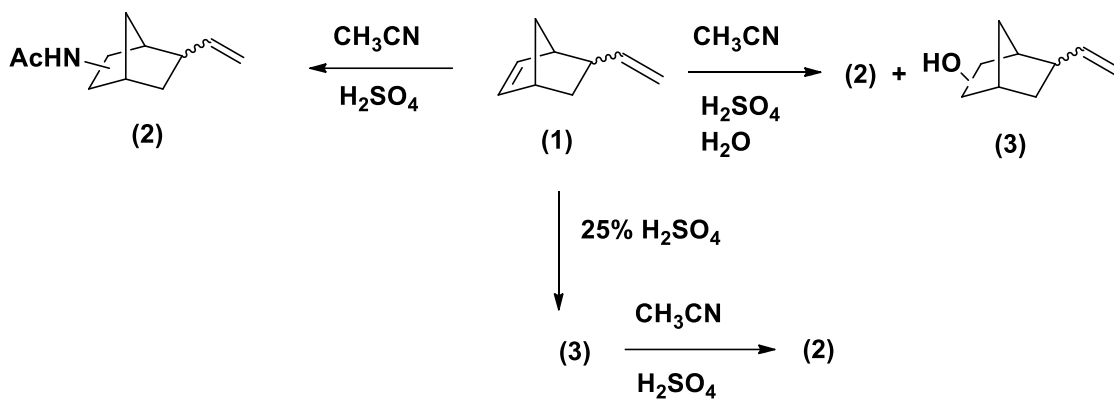
5-Ethyl-2(3)-acylamino norbornane (6). A suspension of Ni-Raney in methanol was added to a solution of 1.0 g of compound (2) in 30 ml of methanol. The mixture was stirred for 6 hours at 20°C in a hydrogen atmosphere. The catalyst and solvent were removed. The yield of compound (6) in the form of a viscous liquid was 1.0 g. PIR spectrum (δ , ppm): 5.75 (NH, 1H), 3.5 (-CH-NH-COCH₃, 1H), 1.6 (-COCH₃, 3H), 0.6-2.1 (rest H). Found (%): S 72.86, N 10.50, N 7.75. C₁₁H₁₉NO. Calculated (%): C 72.93, N 10.50, N 7.73.

5-Ethyl-2(3)-acetamino-norbornane (7). To a suspension of 0.4 g of LiAlH₄ in 50 ml of ether, 0.9 g of compound (6) was added, heated to boiling and stirred for 4 hours. After cooling, 1.6 ml of water and 0.4 ml of 15% NaOH were successively added, and the precipitate was filtered off inorganic salts. The filtrate was dried over KOH and ether saturated with HCl was added. The precipitate was filtered off. The yield of amine hydrochloride (7) was 0.9 g (91%), m.p. 190-193°C. Amine (7) was isolated, like amine (4), n_D^{20} 1.4820 [9]. Found (%): C 78.93, N 12.67, N 8.83. C₁₁H₂₁N. Calculated (%): C 79.04, N 12.57, N 8.38.

5-Vinyl-2(3)-N-ethylaminonorbornane (8). 1.0 g of acetamine (2) was added to a suspension of 0.4 g of lithium aluminum hydride in 50 ml of ether. Stir for 8 hours at boiling until the precipitate disappears. The mixture was treated as for compound (7). The yield of amine hydrochloride (8) was 1.05 g (93%). Free amine (8) was obtained in the form of a viscous liquid, as was amine (4). Found (%): S 79.91, N 11.63, N 8.45. C₁₁H₁₉N. Calculated (%): C 80.00, N 11.52, N 8.48.

Results and discussion

This paper presents the results of a study of the interaction of vinylnorbothene (1) with acetonitrile in the presence of sulfuric acid, which, as experiments have shown, occurs with the formation of the following products:



The reaction was carried out at different molar ratios of the reagents, sulfuric acid and water, changing the time and temperature of the experiments (see Table 1). For the experiments we used H₂SO₄ conc. and excess acetonitrile, since it was used as a reagent and solvent at the same time. Application of H₂SO₄ conc. allows you to increase the proportion of protonated nitrile and, accordingly, reduce the solvation of carbocations formed during the protonation of vinylnorbornene, which increases their reactivity.

Table 1.

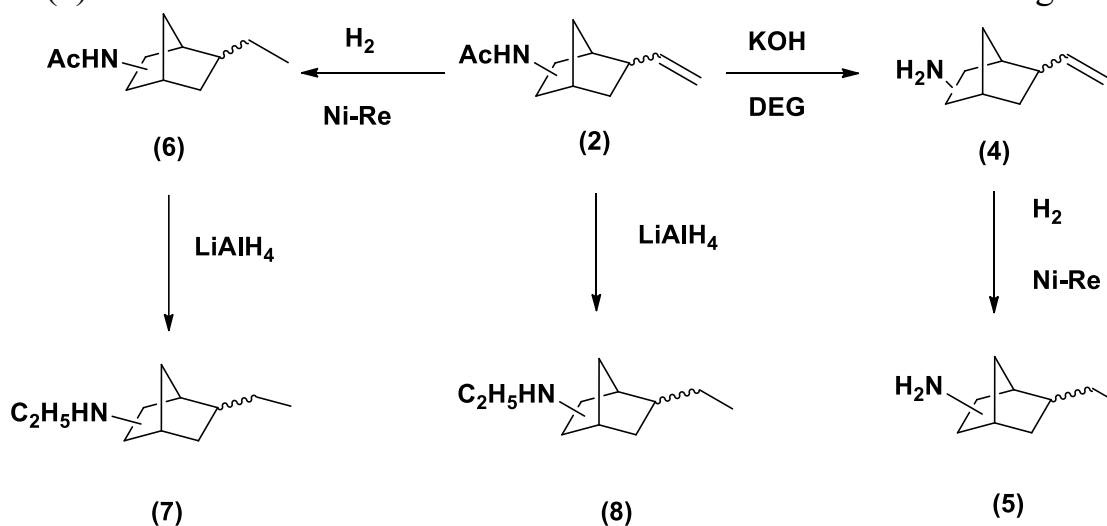
Composition of the reaction products of vinylnorbornene (1) with acetonitrile
(according to GLC)

# exp.	Mole ratio (1):MeCN:H ₂ O:H ₂ SO ₄	τ , h	T, °C	Yield, %
1	1:90:12:5	26	20	15(2), 82(3)
2	1:90:12:5	8	50	59(2), 41(3)
3	1:90:0:5	26	20	86(2)

In some experiments, water was added to the reaction medium in order to prevent various rearrangements of these carbocations. However, it turned out that this leads not only to the formation of the target reaction product - 5-vinyl-2(3)-acetylamino norbornane (2), but also to a significant amount of 5-vinyl-2(3)-norbornanol (3). The formation of alcohol (3) was confirmed by experiment, in which by adding olefin (1) to 25% H₂SO₄ at 95°C for only 2 hours, alcohol (3) was obtained with a yield of 83%. As can be seen from the table data, a noticeable increase the amount of the main product (2), even in the presence of water, is promoted by an increase in temperature while simultaneously reducing the reaction time. Probably, in this case, the main role in shifting the process towards the formation of acetamine derivative (2) is played by an increase in temperature, since the alcohol itself (3) when interacting with acetonitrile in the presence of sulfuric acid and water at 50-60°C in 1 hour is converted into compound (2) with a yield of 33%.

The composition of the reaction products was studied by GLC. When analyzing the preparatively isolated acetamino derivative (2) and alcohol (3) on a capillary column,

two peaks are visible in the chromatograms in a 1:1 ratio. The IR spectra of these compounds contain absorption bands at 890, 1640 and 2900 cm^{-1} , characteristic of the terminal vinyl group, the presence of which is confirmed by proton signals at 4.75 ($=\text{CH}_2$) and 5.5 ($-\text{CH}=\text{}$) ppm. in PMR spectra. The stretching vibrations of the NH group of compound (2) are characterized by an absorption band in the IR spectrum at 3300 cm^{-1} , absorption of the OH group of alcohol (3) - at 3100, 3310 cm^{-1} . The NMR spectra of these compounds contain broadened singlets of the NH group proton at 7.95 ppm and the hydroxyl proton at 3.5 ppm. Among the multiplet signals of the protons of the norbornane fragment, one can distinguish multiplets of methine protons at C2, C3 atoms with centers for acetamine (2) at 3.45 and alcohol (3) at 3.1 ppm. The ranges of chemical shifts of the remaining protons correspond to literature data [3, 4] From the given spectral data and GLC results it follows that under the studied conditions the reaction proceeds through an endocyclic double bond with the formation of 2-3-substituted isomers of 5-vinylnorbornane. Possible transformations of the synthesized acetamine (2) into other amines of the norbornane series are shown in the diagram:



Alkaline hydrolysis of compound (2) yielded 5-vinyl-2(3)-aminonorbornane (4), and hydrogenation on Ni-Raney yielded 5-ethyl-2(3)-aminonorbornane (5). Sequential reduction with hydrogen on Ni-Raney and LiAlH_4 yielded 5-ethyl-2(3)-acetaminonorbornane (6) and 5-ethyl-2(3)-N-ethylaminonorbornane (7). By reducing LiAlH_4 from compound (2), 5-vinyl-2(3)-ethylaminonorbornane (8) was obtained.

Conclusions

1. The Ritter reaction for vinylnorbornene with acetonitrile in the presence of concentrated sulfuric acid occurs only at the double bond of the ring and leads to 5-vinyl-2(3)-acetaminonorbornane, and in the presence of water in the system - to a significant amount of by-product - 5-vinyl-2(3)-norbornanol.
2. By methods of alkaline hydrolysis and reduction with hydrogen on skeletal nickel and lithium aluminum hydride, 5-vinyl-2(3)-acetaminonorbornane can be converted into the corresponding amines both with and without a double bond in the side chain.

References

1. Pat. 3444302 US, US CI. 424-325. Method of preventing influenza viral infections.
2. Samaniego W.N., Baldessari A., Ponce M.A. et al. // Tetr. Lett. 1994. V. 35, # 38. P.6967- 6970.
3. Inoue Y., Tamimoto F., Kitano H. // Bull. Chem. Soc. Japan. 1984.V. 57. # 9. P. 2468-2473.
4. Shields T.C. // Canad. J. Chem. 1971. V. 49. # 7. P.1142-1146.

PERFORMANCE BENCHMARKING OF VIRTUAL MACHINES AND CONTAINERS IN HIGH-DENSITY COMPUTING ENVIRONMENTS

Harmash Nataliia,

Senior Lecturer,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Chub Alexander,

Cadet,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Lytvynenko Michael,

Candidate of technical sciences, Docent,
Associate Professor of the Department,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

The rapid evolution of cloud-native architectures and high-performance computing has intensified the demand for efficient resource utilization in modern data centers. While virtual machines (VMs) have long provided robust hardware-level isolation, containerization has emerged as a lightweight alternative offering lower overhead and faster deployment cycles [1]. However, the performance characteristics of these two virtualization paradigms in high-density computing environments – where hardware resources are maximally consolidated – remain insufficiently characterized, particularly under concurrent and heterogeneous workloads [2].

This study presents a comprehensive performance benchmarking analysis of traditional virtual machines (KVM/QEMU) and OS-level containers (Docker) within high-density computing environments. A controlled experimental framework was established on a dedicated bare-metal server (dual Intel Xeon processors, 256 GB RAM, NVMe storage) to eliminate external variables [3]. Performance evaluation was conducted using industry-standard benchmarking tools (Sysbench for CPU and memory, FIO for I/O operations, iperf3 for network throughput) across three density scenarios: low-density (10 concurrent instances), medium-density (50 concurrent instances), and high-density (100+ concurrent instances). Additionally, heterogeneous workloads combining compute-intensive, memory-intensive, and I/O-intensive tasks were simulated to assess resource contention patterns and the "noisy neighbor" effect in multi-tenant configurations [4].

The experimental results reveal that containers consistently outperform virtual machines in terms of startup latency (up to 85% faster) and memory footprint (up to 70% lower baseline consumption) under homogeneous workloads [5]. However, in high-density scenarios with heterogeneous workloads, containers exhibited significant performance degradation due to kernel-level resource contention, with CPU steal time increasing by up to 23% compared to isolated VM environments [6]. Virtual machines,

while incurring higher baseline overhead (approximately 15–20% greater memory consumption), demonstrated superior performance stability and predictable resource isolation under extreme density conditions. Network throughput in containerized environments showed higher variability ($\pm 18\%$) when exceeding 80 concurrent instances, whereas virtual machines maintained consistent throughput within a 5% variance [7].

The findings suggest that the choice between virtual machines and containers in high-density computing environments is contingent upon workload characteristics and operational priorities [8]. Containers offer superior density and agility for homogeneous, stateless applications where rapid scaling and minimal overhead are paramount. Conversely, virtual machines provide essential isolation guarantees and performance predictability for multi-tenant environments with heterogeneous, stateful, or security-sensitive workloads [9]. Hybrid orchestration strategies – leveraging Kubernetes or similar platforms to intelligently schedule workloads across both virtualization paradigms – represent the optimal approach for maximizing resource efficiency while maintaining performance stability. These insights provide practical guidance for cloud architects, data center operators, and researchers designing high-density infrastructure for both private and public cloud deployments [10].

References

1. Bentaleb et al., "Containerization vs. Virtualization: A Review on Efficiency in Cloud Computing," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 24156-24178, 2022.
2. P. Sharma et al., "Containers and Virtual Machines at Scale: A Comparative Study," *Journal of Cloud Computing*, vol. 9, no. 1, pp. 1-15, 2020.
3. W. Felter et al., "An Updated Comparison of Virtual Machines and Linux Containers," IBM Research Division, Tech. Rep., updated 2021.
4. E. Casalicchio and S. Iannucci, "The Noisy Neighbor Phenomenon in Cloud Computing: A Survey," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 105, p. 102148, 2020.
5. F. Manco et al., "My VM is Lighter (and Safer) than your Container," *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, vol. 51, no. 1, pp. 218-233, 2023.
6. A. Bhardwaj and C. R. Krishna, "Performance Evaluation of KVM and Docker for Different Workloads," *International Journal of Cloud Applications and Computing*, vol. 11, no. 1, pp. 39-56, 2021.
7. L. Toka et al., "Performance Comparison of Container Network Solutions," 2021 IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft), pp. 203-210, 2021.
8. J. G. Reis et al., "Isolating Performance in Multi-tenant Cloud Environments: Containers vs. VMs," *Future Generation Computer Systems*, vol. 132, pp. 110-125, 2022.
9. L. A. Vayghan et al., "Deploying Microservices: A Survey, Taxonomy, and Orchestration," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 20914-20938, 2019.
10. N. Kratzke, "Cloud-Native Infrastructure: The Future of High-Density Computing," *Journal of Systems and Software*, vol. 198, p. 111587, 2024.

TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SCENARIO FORMATION IN RESOURCE ALLOCATION PLANNING OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS BASED ON GENETIC ALGORITHMS AND NONLINEAR PROGRAMMING

Shaposhnikov Mykyta

PhD Student of the Department of Project Management in Information Technologies
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Grinchenko Marina

Ph.D., Associate Professor
Head of the Department of Project Management in Information Technologies
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Grinchenko Evgen

Ph.D., Associate Professor
Leading Researcher of the Research Laboratory on the Problems of Information
Technologies and Combating Crime in Cyberspace
Kharkiv National University of Internal Affairs

In the current context of global competition, international rankings of higher education institutions significantly influence their reputation and attractiveness. However, limited budgets and the necessity for efficient resource utilization create a need for developing effective methods for optimizing the allocation of funding across various areas of university activity. Traditional approaches typically fail to account for the discrete nature of managerial decisions and the complex interdependencies between ranking indicators.

The aim of this study is to develop and implement a comprehensive method for forming scenarios for optimal resource allocation planning in higher education institutions based on a combination of a genetic algorithm and nonlinear programming. The proposed approach ensures improvement in ranking indicators while adhering to defined budget constraints.

The nonlinear programming method is based on the relaxation of binary variables. This gradient-based method enables finding a global optimum for convex problems in a very short time. It utilizes analytical gradients of the quadratic objective function and constraints, ensuring high accuracy and efficiency of optimization [1].

The genetic algorithm, with a population of 60 individuals and 400 generations, operates directly on binary variables, simulating biological evolution through selection, crossover, and mutation. A set of alternative scenarios is generated, and the optimal one is identified using the genetic algorithm. This allows university management to select the most suitable option. The study employs a combination of constraint-

handling techniques, including a penalty function (coefficient 1000), a feasible initial population, and a repair operator [2].

The mathematical model is built upon two complementary objectives. The first objective is to approach target values through balanced improvement of all ranking indicators, achieved by minimizing the weighted sum of squared deviations between achieved and target values. The second objective focuses on increasing the QS Overall Score by maximizing the total ranking score, calculated as the sum of weighted contributions of all nine indicators [3].

To provide a comprehensive evaluation of the solution quality and allow decision-makers to choose between these objectives, a balance parameter α is introduced. This parameter enables a smooth transition from full prioritization of balance ($\alpha = 1.0$) to full prioritization of maximum ranking ($\alpha = 0.0$), or selection of compromise values (e.g., $\alpha = 0.5$). The combined objective function integrates both goals into a single optimization problem by normalizing each component to a common scale and weighting them using parameter α . Thus, university management obtains a flexible decision-making tool aligned with strategic priorities.

The study develops a comprehensive planning system consisting of two complementary components. The nonlinear programming method provides extremely fast and accurate solutions (two orders of magnitude faster than the genetic algorithm), making it more suitable for strategic planning. The genetic algorithm generates a population of solutions, enabling the exploration of multiple alternatives and the selection of a scenario that is most balanced from operational and policy perspectives. The proposed hybrid approach ensures reliability: nonlinear programming guarantees mathematical optimality for smooth functions, while the genetic algorithm enables handling more complex problem variations when needed.

The proposed method can be adapted for planning the development of any higher education institution regardless of its size or profile. The results of the study can support the development of an information system aimed at optimizing decision-making processes for improving international ranking positions, ensuring sustainable development and competitiveness. The availability of detailed documentation, experimental results, and full source code (implemented in Python using SciPy and PyGAD) ensures reproducibility and facilitates further research.

The conducted research highlights the importance of integrating modern IT solutions into strategic planning and resource management in higher education institutions.

References:

1. Hatamleh, H.M., Alnaser, A.M.A., Saloum, S.S. et al. Optimized dynamic resource allocation in quantum networks for secure and efficient wireless communication. *J Cloud Comp* 15, 8 (2026). <https://doi.org/10.1186/s13677-025-00817-x>.
2. Braghin A., Galuppi L., Royer-Carfagni G. Corrigendum to “Evaluation of a genetic algorithm for constrained multi-objective structural optimization in laminated

glass design”. *Composite Structures*, Volume 354, January 2025, Pages 118773. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2025.118909>

3. Grinchenko, M., & Shaposhnikov, M. (2025). Mathematical modeling for university resource optimization based on qs wur indicator. *Bulletin of National Technical University "KhPI". Series: System Analysis, Control and Information Technologies*, Vol. 2 No 14, P. 54–61. <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2025.02.07>

A HYBRID COMMUNICATION MODEL FOR WEBASSEMBLY MEMORY MANAGEMENT IN MICRO- FRONTENDS

Stepanov Oleksandr,

Ph.D, Student

Lviv Polytechnic National University

Klym Halyna

Doctor of Technical Sciences, Professor

Lviv National Politechnic University

The ongoing shift towards decentralized web architectures has made micro-frontends a vital paradigm for engineering highly scalable and maintainable enterprise applications. By breaking down cumbersome monolithic systems into autonomous user interface modules, independent development teams can iterate and deploy features without disrupting the broader application ecosystem. Concurrently, the modern web's demand for executing computationally intensive tasks directly within the browser has accelerated the adoption of WebAssembly (Wasm). Wasm promises near-native execution speeds for heavy operational workloads. However, converging these two cutting-edge paradigms—isolated micro-frontends and WebAssembly—exposes critical architectural friction points, primarily concerning how independent modules can communicate with high performance.

The most significant bottleneck in this modern integration is the steep overhead cost associated with crossing the execution environment boundary. Often referred to as "bridge crossing," this latency occurs when data moves between the standard JavaScript execution context and WebAssembly's isolated linear memory space. This research presents a comprehensive quantitative analysis of these specific serialization and deserialization costs. Empirical evidence clearly demonstrates that while passing primitive data types is relatively efficient—taking approximately 50 to 100 nanoseconds—performance degrades rapidly with larger data payloads. Copying large data arrays, such as a standard 1-megabyte payload, demands between 1 and 3 milliseconds. In demanding, high-load operational scenarios, such as applications requiring a strict 60 frames-per-second rendering cycle, this data-copying latency completely negates the theoretical performance advantages that WebAssembly inherently provides[1, 2].

To successfully circumvent these severe serialization bottlenecks, this research extensively examines advanced parallelism mechanisms within the browser environment. Specifically, the utilization of the SharedArrayBuffer API is identified and analyzed as the only viable tool for achieving direct memory access without the debilitating penalty of data copying. By leveraging this API, memory access times are drastically reduced to approximately 15 nanoseconds. Nevertheless, introducing shared memory across multiple independent, concurrent micro-frontends inherently triggers

severe concurrency challenges[3]. The most critical risk is the high probability of race conditions, where multiple autonomous modules attempt to read or mutate the exact same memory space simultaneously, leading to unpredictable system states.

To comprehensively resolve these intersecting challenges, this study proposes and experimentally validates a novel hybrid communication model tailored specifically for decentralized interfaces. This advanced model enforces a strict, architectural separation of data transmission workflows. A lightweight Event Bus is utilized exclusively for the asynchronous transmission of control signals, memory pointers, and metadata. Conversely, all "heavy" data payloads bypass the standard event loop entirely, moving directly through the shared linear memory. To safely manage this concurrency, standard Atomics mechanisms are rigorously employed to enforce thread locking and robust access synchronization. Testing of this hybrid architecture confirmed the absolute elimination of serialization bottlenecks, achieving a thousandfold acceleration in large data array transactions compared to classical event-driven communication. These findings establish a robust architectural foundation for engineering the next generation of loosely coupled, extraordinarily high-performance web systems[4-6].

References:

1. Glinka, M., Zdun, U., & Dustdar, S. (2024). Micro-frontends in practice: A survey on current trends, and challenges. *Empirical Software Engineering*, 29(4), 85. DOI: 10.1007/s10664-024-10342-7.
2. Zhang, L., Wang, Q., & Chen, Y. (2024). A Performance Optimization Approach for Micro-Frontend Web Applications. *IEEE Access*, 12, 12345–12356. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3354415.
3. Costa, D., Pires, P. F., & Murta, L. (2024). An Empirical Study on Communication Patterns in Micro-frontend Applications. *In Proceedings of the 39th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing (SAC '24)*. DOI: 10.1145/3634265.3634521
4. Stepanov, O., & Klym, H. (2024). Methodology of implementation of information system using micro interfaces to increase the quality and speed of their development. *Computer Systems and Networks (CSN)*, 6(2), 222–231. DOI: 10.23939/csn2024.02.222.
5. Stepanov O., & Klym H. (2024). *Challenges, communication and future of micro frontends development and implementation*. In Proceedings of the 14th International conference dependable systems, services and technologies (DESSERT) (pp. 1–5). Athens, Greece. DOI: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122150
6. Shaik S. (2025). Leveraging WebAssembly in Micro Frontend Architectures: A Technical Deep Dive. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(3), 860–865. DOI: 10.32996/jcsts.2025.7.3.95.

TRANSIENT MODELING OF COUPLED FLUID FLOW AND HEAT TRANSFER MECHANISMS IN THERMODYNAMIC SYSTEMS

Burda Yurii,
PhD, Associate Professor

Introductions. Mathematical modeling of coupled heat transfer and fluid dynamics is a key tool for improving the efficiency of modern thermodynamic systems. In [1], the authors investigated the enhancement of mixed convective heat transfer in hybrid nanofluid flow through complex-finned tube cavities. The practical application of such thermodynamic models is critical for engineering networks. In [2], it was demonstrated how quality control in heat, gas supply, and ventilation systems ensures energy efficiency and operational reliability in construction. These aspects are directly related to comprehensive optimization strategies: in [3], the author examined the integration of energy management and certification practices during building design and operation. Fluid dynamics and heat transfer modeling is also necessary for specific industrial tasks. In [4], the authors analyzed the flow and heat transfer characteristics for non-Newtonian CO₂ mixed fluid injection in a wellbore. Finally, in [5], an evaluation of the performance parameters of photovoltaic-thermal (PVT) systems under different environmental conditions was conducted, highlighting the importance of transient modeling for renewable energy applications. Building upon the analyzed literature, this study aims to further improve the transient modeling of coupled fluid flow and heat transfer mechanisms in complex thermodynamic systems.

Aim. The primary aim of this research is to develop and analyze a comprehensive transient mathematical model of coupled fluid flow and heat transfer mechanisms in complex thermodynamic systems. This study seeks to evaluate the dynamic interactions between thermohydraulic parameters to optimize energy efficiency, enhance operational reliability, and improve the overall performance of industrial and building engineering networks.

Materials and methods. The mathematical model of the coupled fluid flow and heat transfer is based on the determination of the hydrodynamic flow regime and the corresponding convective heat transfer intensity. The system is described by the following three interconnected equations. The hydrodynamic characteristic of the fluid flow is evaluated using the Reynolds number (Re):

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (1)$$

The coupled convective heat transfer is modeled using the empirical correlation for the Nusselt number (Nu) in a fully developed turbulent flow regime:

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (2)$$

The convective heat transfer coefficient (h) is determined based on the obtained Nusselt number:

$$h = \frac{Nu\lambda}{D} \quad (3)$$

Where: Re - Reynolds number (dimensionless);

ρ - fluid density (kgm^{-3});

v - fluid flow velocity (m s^{-1});

D - characteristic internal diameter of the pipe (m);

μ - dynamic viscosity of the fluid ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$)

Nu - Nusselt number (dimensionless);

Pr - Prandtl number (dimensionless);

h - convective heat transfer coefficient ($\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$);

λ - thermal conductivity of the fluid ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)

Results and discussion. To evaluate the coupled fluid flow and heat transfer mechanisms, a parametric study was conducted based on the developed mathematical model. The analysis simulates the dynamic behavior of water ($Pr = 7.0$, $\lambda = 0.6 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$, $\mu = 0.001 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $\rho = 998 \text{ kg m}^{-3}$) flowing through a pipe with a constant internal diameter of 0.05 m. The fluid flow velocity was systematically varied from 0.5 to 2.3 m s^{-1} to observe the transition and development of the turbulent regime. The resulting hydrodynamic and thermal characteristics are summarized in Table 1.

The selected range of fluid velocities ensures that the flow remains strictly within the fully developed turbulent region, which is essential for maximizing convective heat transfer in practical engineering applications. The thermophysical properties of water were maintained constant, evaluated at a reference bulk temperature of approximately 20 °C, to isolate the specific effects of velocity variations on the hydrodynamic profile and the thermal boundary layer. This methodological approach allows for a precise assessment of how an increase in the kinetic energy of the flow translates into enhanced thermal mixing without the confounding variables of temperature-dependent viscosity or density changes.

Furthermore, the utilization of a constant internal diameter of 0.05 m accurately reflects standard pipeline dimensions commonly employed in industrial and domestic heating systems. By establishing these controlled boundary conditions, the mathematical model effectively captures the fundamental nonlinear relationship between the mass flow rate and the convective heat transfer coefficient. The methodical progression of velocity increments provides a high-resolution theoretical dataset, enabling a detailed analysis of the physical trade-offs between improved thermal performance and the potential hydrodynamic resistance inherent to turbulent heat exchange networks.

Table 1.
Calculated hydrodynamic and heat transfer parameters at varying fluid flow velocities

Fluid velocity, v (m s^{-1})	Reynolds number, Re	Nusselt number, Nu	Heat transfer coefficient, h ($\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$)
0.5	24950	166.1	1993.2
0.7	34930	217.8	2613.6
0.9	44910	266.6	3199.2
1.1	54890	312.9	3754.8
1.3	64870	357.8	4293.6
1.5	74850	401.4	4816.8
1.7	84830	443.9	5326.8
1.9	94810	485.4	5824.8
2.1	104790	526.0	6312.0
2.3	114770	565.8	6789.6

The calculated data demonstrate a direct, non-linear correlation between the fluid flow velocity and the intensity of convective heat transfer. As the velocity increases by a factor of 4.6 (from 0.5 to 2.3 m s^{-1}), the Reynolds number shifts deeper into the fully developed turbulent regime, rising from 24,950 to 114,770. Consequently, the convective heat transfer coefficient (h) experiences a significant enhancement, increasing from 1993.2 to 6789.6 $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$.

This substantial improvement in thermal performance is achieved due to the intensification of turbulent eddies within the flow. Higher velocities promote aggressive fluid mixing, which effectively thins the viscous sublayer and the thermal boundary layer near the pipe wall, thereby minimizing thermal resistance. However, according to the $\text{Re}^{0.8}$ dependency in the empirical correlation, the growth rate of the heat transfer coefficient gradually decelerates at higher velocities. This indicates that while increasing the pump power to achieve higher velocities improves heat transfer, the energetic cost-effectiveness of this method decreases in the upper ranges of the turbulent regime.

Conclusions. Based on the developed mathematical model and the subsequent parametric analysis of coupled fluid flow and heat transfer mechanisms, the following key conclusions are drawn:

1. A robust computational framework successfully evaluated the dynamic interactions between hydrodynamic regimes and thermal boundary layers in a standard tubular thermodynamic system ($D = 0.05 \text{ m}$) using water as the working fluid.

2. The intensification of fluid flow velocity from 0.5 to 2.3 m s^{-1} significantly enhances the convective heat exchange. The convective heat transfer coefficient (h) increased by approximately 3.4 times, rising from 1993.2 to 6789.6 $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$, while the Nusselt number (Nu) grew from 166.1 to 565.8. This indicates highly efficient thermal mixing and a substantial reduction of the thermal boundary layer within the fully developed turbulent regime.

3. The established dependency confirms the non-linear, sub-proportional growth of heat transfer efficiency relative to the fluid velocity. While increasing the kinetic energy effectively minimizes thermal resistance, the decelerating growth rate of the heat transfer coefficient at higher velocities highlights a critical thermodynamic threshold.

4. For practical engineering applications, operating at the upper limits of the analyzed velocity range requires a careful compromise. The theoretical thermal gains must be balanced against the inherently increasing hydraulic resistance and pumping power requirements to ensure the overall energetic and economic efficiency of the thermodynamic system.

References:

1. Akbar, N. S., Akhtar, S., Shaiq, S., Hussain, M. F., Muhammad, T., Farooq, M., & Habib, M. B. (2025). Mixed convective heat transfer enhancement in hybrid nanofluid flow through complex-finned tube cavities. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 112, 101612. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2025.101612>

2. Burda Yurii, Vanian Artur. Quality Control in Heat, Gas Supply, And Ventilation Systems: Ensuring Energy Efficiency, Reliability, And Sustainability in Construction. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Valencia, Spain. 2025. Pp. 62-67 URL: <https://isg-konf.com/technologies-theories-and-developments-modern-scientific-teaching/>

3. Burda Y. Integrating energy management and certification practices in building design and operation. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Sofia, Bulgaria. 2025. Pp. 8-12 URL: <https://isg-konf.com/the-latest-technologies-implemented-and-teaching-in-universities/>

4. Deng, S., Li, X., Yang, Z., Yi, L., & Rao, D. (2024). Flow and heat transfer for non-Newtonian CO₂ mixed fluid injection in the wellbore. *Fuel*, 381, 133647. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.133647>

5. Singh, H. P., Arora, S., Sahota, L., Arora, M. K., Jain, A., & Singh, A. (2021). Evaluation of the performance parameters of a PVT system: Case study of composite environmental conditions for different Indian cities. *Materials Today Proceedings*, 57, 1975–1984. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.159>

ОГЛЯД МЕТОДІВ ПІДСИЛЕНЬ ТОНКОСТІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОБОЛОНОК ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД

Гладишев Дмитро Геннадійович

к.т.н., доц., доцент кафедри архітектурного проектування та інженерії
Національний університет «Львівська політехніка»

Тонкостінні залізобетонні оболонки (ТЗО) – це просторові конструкції з малою товщиною, що одночасно виконують несучу і огорожуючу функцію. За типом можуть бути купольні, сідлоподібні, циліндричні, гіперболічні. Характерною ознакою тонкостінних циліндричних оболонок і оболонок обертання є переважання двох розмірів в цих конструкціях над третім - товщиною та збільшена міцність за рахунок просторової їх роботи під дією зовнішнього навантаження. До таких тонкостінних конструкцій слід відносити такі, в яких відношення товщини стінки (h) до двох інших лінійних розмірів (a та b) коливається в межах a/h чи $b/h = 20-1000$.

ТЗО застосовують у якості конструктивних елементів промислових висотних споруд, таких як силоси, градирні, димові труби, технологічні башти.

Всі ці споруди експлуатуються в агресивних середовищах енергетичних та промислових підприємств різного технологічного призначення. В цих умовах вони піддаються різним пошкодженням і за відсутності належного технічного обслуговування, примусових зупинок роботи за їх технічним станом, без консервації, призводить до подальшого розвитку пошкоджень від дії різних факторів впливу з можливою реалізацією аварійних ситуацій.

В результаті цього ці споруди потребують підсилення. Метод підсилення тієї чи іншої споруди залежить від сукупності багатьох факторів і приймається індивідуально для забезпечення подальшої довготривалої надійної експлуатації. В даній роботі представлені реалізовані різними дослідниками конструктивні рішення підсилення ТЗО.

Підсилення зовнішніми сталевими елементами.

Найпопулярнішим методом підсиленням залізобетонних круглоциліндричних оболонок є їх стягування сталевими стрічками [1], які розташовуються із зовнішньої поверхні (рис. 1). Однак сталеві стрічки в подальшому піддаються корозії, а також вимагають контролю натягу в процесі експлуатації.

Метод стягування сталевими тросами (рис. 2) вперше застосували в Польщі ще у 1995 році. Троси, так як і стрічки, розташовані ззовні, також потребують натягу, але на відміну від стрічок, на них попередньо встановлена герметизуюча оболонка [2], що унеможливорює подальшу їх корозію, але також потребують контролю натягу в процесі експлуатації.

Подібний метод підсилення застосований за участі автора [3] для оболонки збірної залізобетонної градирні, але в якості стяжних елементів використані

арматурні стрижні, яким в процесі монтажних робіт надавали натяг (рис. 3). Для захисту стержнів від корозії, після їх натягу, виконувалось їх торкретування бетоном.



а



б

Рисунок 1. Підсилення оболонок стяжними сталевими стрічками:
а – оболонок силосів; б – оболонки димової труби

Джерело рисунка: [1] та фото автора.

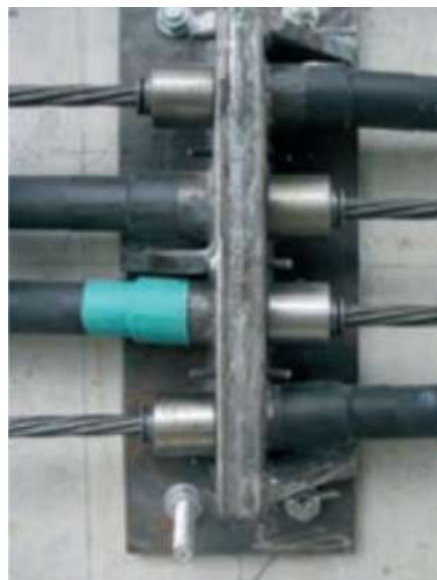


Рисунок 2. Підсилення оболонки резервуару стяжними сталевими тросами

Джерело рисунка: [2].

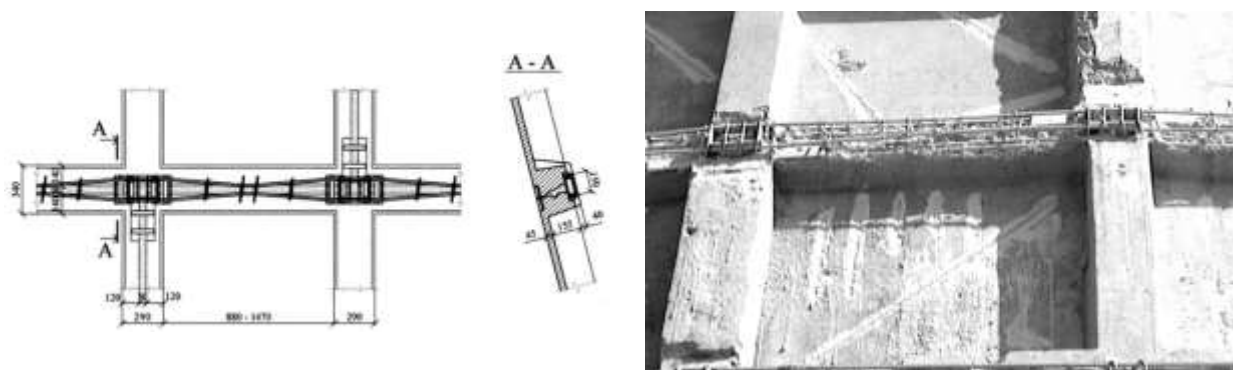


Рисунок 3. Підсилення оболонки збірної градирні стяжними арматурними стрижнями

Джерело рисунка: [3].

Підсилення композитними матеріалами (FRP).

Один з методів підсилення полягає у тому, що на зовнішню (або зовнішню та внутрішню) поверхню оболонки наклеюються вуглецеві композитні стрічки (CFRP), які мають високу міцність на розрив та високу жорсткість (рис. 4). Така конструкція підсилення менше піддана корозії, хоч композитні стрічки також потребують поверхневого захисту від атмосферних впливів [4]. Для наклеювання стрічок бетонна основа повинна мати міцність на розтяг при відриві 2 МПа, бетон має бути очищеним від пилу та забруднень, а також відповідати класу міцності на стиск, що не завжди реалізуємо в об'ємі цілої оболонки з урахуванням корозійних процесів.

Подібним на попередній, є метод встановлення із зовнішньої поверхні оболонки вуглецевих композитних стрижнів. Ці композитні стрижні можуть бути розташовані горизонтально [5] або горизонтально і вертикально [6]. Для виконання даного підсилення спочатку в оболонці прорізаються горизонтальні (рис. 5) або горизонтальні і вертикальні (рис. 6) штроби, для подальшого вклеювання в них композитних стрижнів. Недоліком даного методу є дуже довготривалий підготовчий процес прорізання штроб по площині цілої споруди.

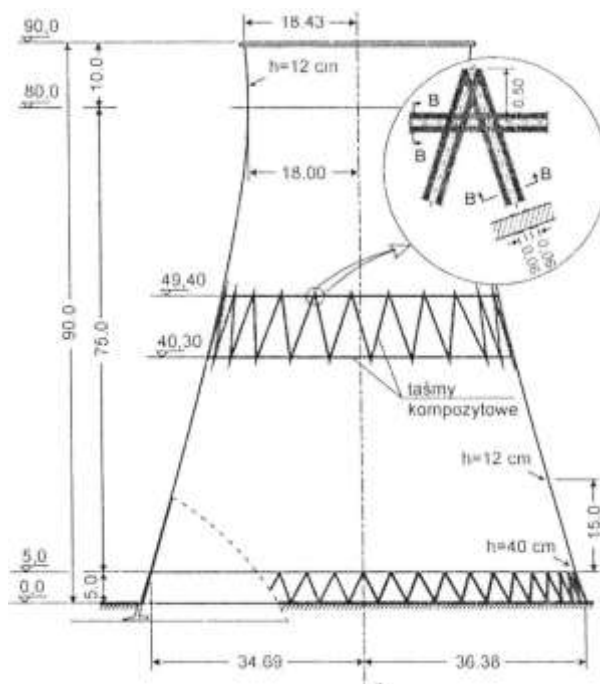


Рисунок 4. Підсилення градирні вуглецевими композитними стрічками

Джерело рисунка: [4].



Рисунок 5. Підсилення оболонки силосу горизонтальними вуглецевими композитними стрижнями

Джерело рисунка: [5].

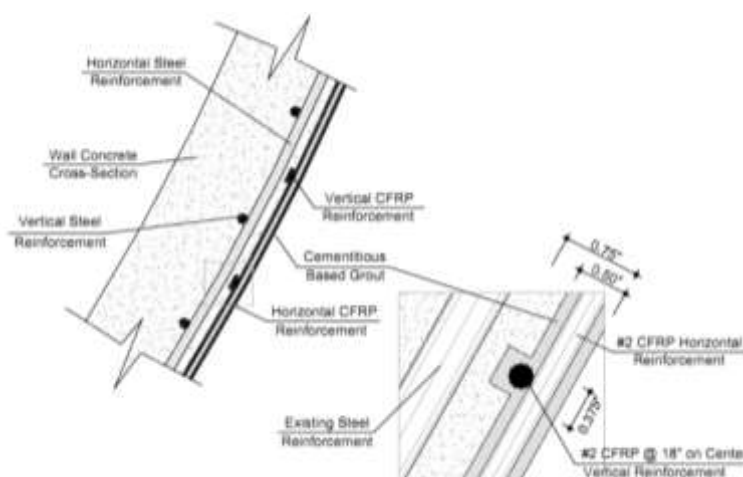


Рисунок 5. Підсилення оболонки силосу горизонтальними та вертикальними вуглецевими композитними стрижнями

Джерело рисунка: [6].

Підсилення торкретуванням.

Технологія торкретування дає можливість механізувати практично всі процеси і отримати шар бетону підвищеної щільності і міцності. Використання торкретування є надійним засобом нанесення захисних покриттів на бетонній поверхні, що піддані впливу агресивних середовищ (рис. 6). Найбільш доцільно у таких випадках застосовувати фібробетон (сталевий, полімерний, базальтовий фібра), що зменшує поперечний розтяг і перешкоджає утворенню тріщин. Торкретуванню піддається зовнішня [7], або внутрішня [8], або зовнішня та внутрішня поверхні оболонки. Недоліком такого методу підсилення є збільшення ваги самої оболонки, що впливає на інші конструкції споруди, а також забезпечення адгезії до існуючого бетону.



Рисунок 6. Підсилення оболонки резервуару з внутрішньої поверхні торкретуванням

Джерело рисунка: [8].

Підсилення залізобетонними ребрами.

Ще одним методом підсилення із використанням бетону є підсилення за допомогою залізобетонних ребер, які можуть влаштовуватись з зовнішньої (рис. 7) чи з зовнішньої та внутрішньої поверхнях (рис. 8) оболонки. Ребра можуть встановлюватись локально на певній ділянці оболонки по висоті [9], а можуть бути розташовані на всю висоту ТЗО [10]. Ребра влаштовуються вертикально та можуть мати додаткові горизонтальні залізобетонні елементи. Даний метод є більш раціональним, ніж суцільне торкретування поверхні.

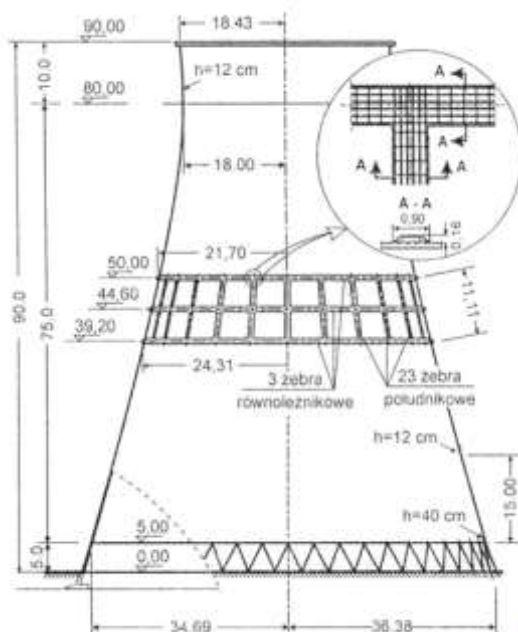


Рисунок 7. Підсилення градирні зовнішніми залізобетонними ребрами

Джерело рисунка: [9].

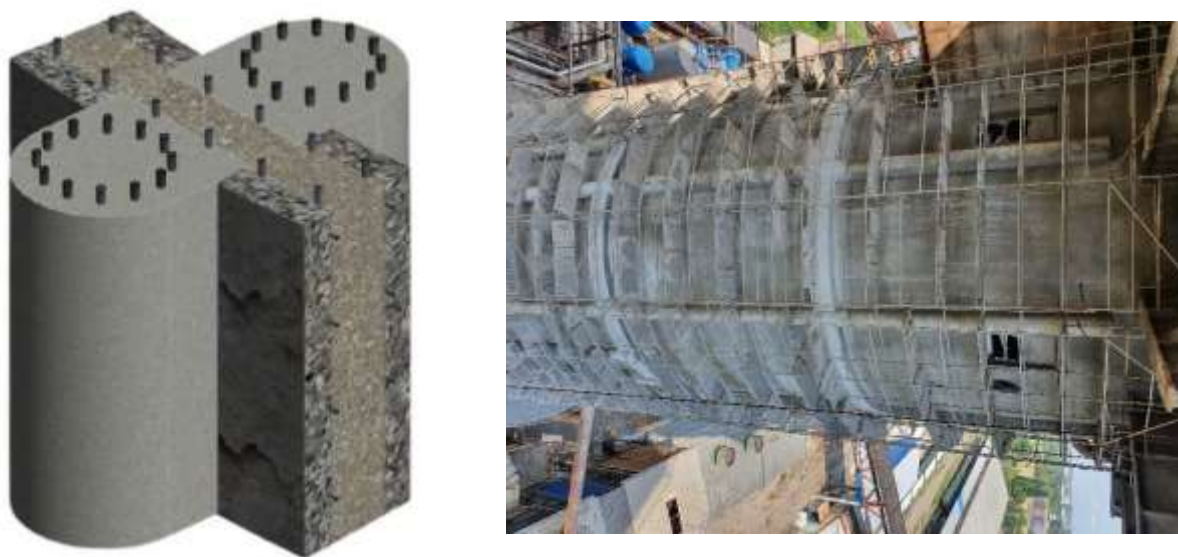


Рисунок 8. Підсилення оболонки технологічної башти зовнішніми та внутрішніми залізобетонними ребрами

Джерело рисунка: [10] та фото автора.

Розглянуті конструктивні рішення підсилення ТЗО промислових споруд приймалися індивідуально для конкретного випадку і реалізовані на представлених спорудах.

Список літератури

1. Mieczysław Kamiński, Marek Maj. Rekonstrukcja wzmocnienia opaskami stalowymi silosu żelbetowego po wielu latach użytkowania // *Materialy budowlane*. – 2015. – №9. – S. 69-70.
2. Andrzej Seruga, Mariusz Zych, Łukasz Ślaga. Awaria żelbetowego zbiornika WKF oraz sposób wzmocnienia stalowymi cięgnami bez przyczepności // *Przegląd budowlany*. – 2015. – №5. – S. 36-42.
3. Гладишев Д.Г., Гладишев Г.М. Досвід обстеження, підсилення та ремонту оболонки збірної ребристої залізобетонної біконічної градирні // *Вісник НУ “Львівська політехніка”, “Теорія і практика будівництва”*, №697, Львів, 2011. С.68-75.
4. Piotr Konderla. Analiza efektywnosci wzmocnienia hiperboloidalnej chlodni kominowej // *Inzynieria i budownictwo*. Nr. 2/2005. – S. 95-97.
5. Parretti, R., & Nanni, A. Strengthening of RC members using near-surface mounted FRP composites: Design overview. *Advances in structural engineering*, 7(6), 2004. 469-483.
6. Prota, A.; Parretti, R.; Nanni, A. Upgrade of RC Silos Using Near Surface Mounted FRP Composites. *Industria Italiana del Cemento*, 73, 7. 2003. 170-183.
7. Andrzej Ajdukiewicz, Jacek Hulimka, Alina Kliszczewicz, Ryszard Mackowski. Badania zwiazane z rekonstrukcja scian zelbetowych silosow cylindrycznych //

Budownictwo. – 1995. – №81. – S. 485-494.

8. Шмігель Р.В., Андрійчук О.В. Дослідження методів ремонту, а також підсилення конструкцій залізобетонних циліндричних резервуарів, які піддаються впливу агресивного середовища // Містобудування та територіальне планування, вип. 54, 2014. С. 491-495.

9. Konderla P., Kasprzak T. Badania i ocena bezpieczeństwa chłodni kominowej nr. 2 w Elektrowni Adamów. III konferencja naukowo-techniczna w Szklarskiej Porebie, 26-29 maja 2002 r. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002.

10. Гладишев Д.Г., Гладишев Г.М. Нове конструктивне рішення підсилення тонкостінних оболонок баштового типу. Тези XXII International Scientific and Practical Conference. Лондон, 20-23 квітня, 2021. С. 29-32.

THE ROLE OF THE UNIQUE UNIVERSAL FUND OF THE NATIONAL LIBRARY OF UKRAINE NAMED V. I. VERNADSKYI IN UKRAINE AND THE WORLD

Horieva Viktoriia

PhD in Historical Sciences

Scientific secretary of

The National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi

The unique universal fund of the National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi (hereinafter NBUV, Library), “Fund of manuscripts, old prints, rare editions, historical collections, archival fund and depository of the National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi”, by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 19, 2001 No. 1709, was included in the State Register of scientific objects constituting the national heritage.

The scientific object of national heritage “Fund of manuscripts, old prints, rare editions, historical collections, archival fund and depository of the National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi” includes scientific specialized funds: Manuscript Fund, Fund of Jewish documents (fund of Judaica), Fund of old prints and rare editions, Fund of library collections and historical collections, Fund of foreign Ukrainian studies, Fund of musical editions of the 17th–21st centuries, Fund of fine arts editions, Newspaper funds of the 18th–21st centuries, Archival fund of the National Academy of Sciences of Ukraine. 18th–21st centuries. Archival fund of the National Academy of Sciences of Ukraine. The depository of the National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi consists of the archival fund of Ukrainian printed publications; fund of dissertations and abstracts (completed since 1951); departmental literature fund (completed since 1917); fund of the Presidium of the NAS of Ukraine (completed since 1938); historically formed and artificially created collections of the 18th - early 21st centuries.

The unique in completeness main fund, as part of the object of national heritage, contains scientific monographs, popular science, scientific-practical, documentary and educational publications: textbooks, workshops, programs, problem books, readings, dictionaries, encyclopedias, reference books, teaching aids; regulatory and production publications, fiction, brochures, information publications, shorthand reports, illustrated and pictorial publications, historical documents, official and propaganda publications, collections of scientific works, periodicals; manuscript and printed maps, publications of medieval geographers-cartographers of the 16th - early 19th centuries; postal, military-road, administrative, as well as narrow-profile cartographic publications; hydrographic, geological, climatic, post-war maps and atlases, topographic maps of the territory of Ukraine, etc.

The National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi is one of the largest libraries in the world in terms of the volume and value of its funds (about 17 million

copies, of which 6.5 million are unique historical and cultural heritage) and ranks sixth among national European book collections.

The NBUV is the largest in Ukraine, universal in content, a unique collection of sources of information from the origins of writing (cuneiform tablets of the 3rd millennium BC, papyri) and medieval book heritage - to modern domestic and foreign scientific publications, electronic bibliographic and full-text databases of the largest institutions in the world. This is the main national book depository, the state depository of scientific humanitarian and natural literature, newspapers, dissertations protected in Ukraine, the depository of UN publications.

The Library stores a significant part of manuscripts and old prints created in Ukraine and in other countries of the world, the largest collection of Ukrainian printed publications, library collections, personal funds of prominent Ukrainian statesmen, scientists, and cultural figures, the largest cartographic, sheet music, and fine art collections, a collection of Edison phonograph cylinders that preserve the world's only sound recordings of Jewish folklore of the early 20th century; the archive fund of the National Academy of Sciences of Ukraine. A multi-million-dollar collection of foreign scientific literature, the largest collection of publications of the Ukrainian diaspora, manuscripts and printed works of national minorities living in Ukraine (Bulgarians, Poles, Germans, Greeks, Hungarians, Romanians, Czechs, Slovaks, Crimean Tatars, etc.).

Of international importance are the collections of manuscripts and publications of the Jewish fund, historical libraries of cultural and educational institutions of the 18th–20th centuries, family collections of prominent personalities of Polish, Lithuanian, Belarusian, Greek, Russian origin, including the libraries of the Polish king Stanisław Poniatowski, the collection of the Counts Khreptowych, the Barons Chaudoire, etc.

Preservation and support of an object of national heritage requires a complex of works that should ensure the proper functioning and preservation of the unique fund of the National Library of Ukraine named V. I. Vernadskyi. The Library's document storage system and material and technical base need to be optimized for the re-equipment of the main library production lines, as well as for the renovation of the Library's premises.

Organizational measures should be aimed at further expanding access to the scientific object and its effective use, which will be facilitated by maintaining regulatory storage regimes for funds to ensure their physical preservation, implementing stabilization measures to slow down the aging processes of the material basis of documents on paper, parchment and modern media, and making electronic copies of documents. To optimize the actual physical condition of documents that constitute the national heritage, both restored copies and copies that require a certain amount of stabilization and restoration operations, modern devices and special complex technological equipment are needed.

References:

1. Zatoka L. Current problems of preservation of library and archival funds constituting the cultural heritage of Ukraine / L. Zatoka. Library Bulletin. 2024. No. 4. P. 101-105. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/everlib/item/er-0004974>
2. Statute of V.I. Vernadsky National Library of Ukraine. Kyiv, 33. Retrieved from <http://www.nbuv.gov.ua/node/2>
3. Kovtanyuk Y. Current problems of preservation of library and archival funds, which constitute the cultural heritage of Ukraine / Yu. Kovtanyuk, L. Zatoka. Library Bulletin. 2023. No. 4. P. 96-99. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/everlib/item/er-0004820>.
4. Report on the library and information activities of V.I. Vernadsky National Library of Ukraine for the year 2025. (2026). Vernadsky National Library of Ukraine. Retrieved from <http://www.nbuv.gov.ua/node/7074>

КОНЦЕНТРАЦІЯ ПРО- ТА ПРОТИЗАПАЛЬНИХ ІНТЕРЛЕЙКІНІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ ГЕНЕРАЛІЗОВАНИМ ПАРОДОНТИТОМ У НАСЕЛЕННЯ ПРИФРОНТОВОГО МІСТА

Дмитрієва Оксана Олександрівна
аспірантка phd стоматологічного факультету
кафедри пропедевтичної та хірургічної стоматології
Запорізького державного медико-фармацевтичного університету
Україна

Актуальність

Хронічний генералізований пародонтит (ХГП) залишається однією з провідних причин втрати зубів у дорослого населення та суттєво впливає на якість життя пацієнтів. Захворювання характеризується тривалим перебігом із періодами загострення та ремісії, що зумовлено складною взаємодією мікробного фактору та імунної відповіді організму.

В умовах прифронтового регіону додаткові психоемоційні навантаження, порушення доступу до стоматологічної допомоги, зміни харчування та гігієнічних навичок можуть посилювати перебіг запального процесу та сприяти його хронізації. У цих умовах особливого значення набуває вивчення молекулярних механізмів запалення, зокрема ролі цитокінів як ключових медіаторів імунної відповіді.

Інтерлейкіни IL-1 β та IL-6 відіграють провідну роль у підтриманні запалення, стимулюючи остеокластичну активність і деградацію тканин пародонта, тоді як IL-10 забезпечує протизапальну регуляцію та обмежує тканинне ушкодження [1, 2]. Оцінка їх співвідношення дозволяє визначити активність патологічного процесу та ступінь імунного дисбалансу а також розглядається як інформативний підхід до оцінки перебігу пародонтиту [3].

Мета дослідження

Оцінити концентрацію про- (IL-1 β , IL-6) та протизапальних (IL-10) інтерлейкінів у ясневій рідині пацієнтів із хронічним генералізованим пародонтитом.

Матеріали і методи

У дослідження включено пацієнтів із хронічним генералізованим пародонтитом середнього ступеня тяжкості, які були розподілені на три групи залежно від подальшої тактики лікування.

Клінічне обстеження включало визначення глибини пародонтальних кишень (PPD), індексу кровоточивості (РВІ), гігієнічних показників, індексу РМА, індексу Ramfjord та ступеня рухомості зубів за Miller.

Забір ясневої рідини проводили стандартним методом із подальшим визначенням концентрації IL-1 β , IL-6 та IL-10 за допомогою імуноферментного аналізу.

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням параметричних та непараметричних методів із визначенням середніх значень ($M \pm SD$), медіани (Me, Q1–Q3) та достовірності відмінностей ($p < 0,05$).

Результати

На початку дослідження у пацієнтів усіх груп встановлено однотипний характер змін цитокинового профілю ясневої рідини. Відзначено підвищення рівнів прозапальних інтерлейкінів IL-1 β та IL-6 при одночасному зниженні концентрації протизапального інтерлейкіну IL-10.

Середні значення IL-1 β становили 142,6–145,1 пг/мл, IL-6 – 118,4–120,7 пг/мл, тоді як IL-10 – 12,4–12,8 пг/мл. Такі показники свідчать про переважання прозапальної активності та недостатність компенсаторних протизапальних механізмів.

Аналіз розподілу значень показав, що більшість пацієнтів (63,6–67,7 %) мали концентрації IL-1 β та IL-6 у межах міжквартильного діапазону, що відповідає стану стабільного, але персистуючого запалення. Частка осіб із високими значеннями цих показників становила 16,1–18,2 %, що може свідчити про індивідуальну варіабельність імунної відповіді та різну активність патологічного процесу.

Для IL-10 характерним було переважання низьких і середніх значень, причому до 45,2 % пацієнтів мали показники у нижньому квартилі. Це свідчить про недостатню активацію протизапальних механізмів і неспроможність організму ефективно обмежити запальний процес.

Порівняльний аналіз між групами не виявив статистично значущих відмінностей ($p > 0,05$), що підтверджує їх початкову клінічну та біохімічну однорідність.

Отримані результати узгоджуються з клінічною картиною захворювання, для якої характерні наявність пародонтальних кишень, кровоточивість ясен та ознаки деструкції кісткової тканини. Встановлений цитокиновий профіль відображає стан хронічного низькоінтенсивного запалення, що підтримується постійною активацією прозапальних механізмів.

Висновок

У пацієнтів із хронічним генералізованим пародонтитом встановлено виражений дисбаланс цитокинового профілю ясневої рідини, що проявляється підвищенням рівнів IL-1 β та IL-6 при зниженні IL-10 і відображає стан хронічного низькоінтенсивного запалення. Отримані дані підтверджують провідну роль прозапальних цитокінів у патогенезі захворювання та обґрунтовують необхідність їх урахування при оцінці активності патологічного процесу.

Список літератури

1. Neurath MF, Kesting MR. Cytokines in gingivitis and periodontitis: from pathogenesis to therapeutic targets. *Front Immunol.* 2024;15:1435054.

2. Relvas M, et al. Salivary IL-1 β , IL-6, and IL-10 are key biomarkers of periodontal disease progression. *Int J Mol Sci.* 2024;25(15):8401.

3. Alarcón-Sánchez MA, et al. Cytokine profile in gingival crevicular fluid and its role in periodontal disease. *Clin Oral Investig.* 2024.

THE IMPORTANCE OF IRRADIATED MATERIAL CHARACTERIZATION

Khvalin Denys

Candidate of sciences (engineering), senior research worker
Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine

When selecting and optimizing the methods for radioactive materials management, it should be taken into account that radioactive materials from the different parts of reactor may have the different levels of contamination. In particular, the management methods depend on the characteristics of nuclear material, the manufacturability and cost-effectiveness of the selected processing method.

Nuclear graphite is the largest part of solid radioactive waste accumulated in the world. The problem of irradiated graphite management is relevant for many countries where graphite-moderated reactors (including those for military purposes) were operated: USA, UK, France, Spain, Japan, Italy, Germany, Lithuania, China, and others.

In Ukraine, the power units of Chornobyl nuclear power plant (NPP) with High-Power Channel-type Reactors (RBMK) are in the process of decommissioning, which means that in the near future it will be necessary to dismantle more than 5400 tons of spent reactor graphite. The most part of radioactive graphite there is in the reactor stacks of the Chornobyl NPP. Since the present adopted concept for the management of this graphite stipulates its retention in the reactor facilities of the Chornobyl NPP units until 2068, the direct studies of this material are complicated. In the RBMK reactors, besides the stacks, the graphite is also used in the sleeves and split rings of pressure tubes.

To develop plans for future work on decommissioning the Chornobyl NPP power units, it is necessary to assess the composition and activity values of radionuclides, accumulated in structural materials and building construction during the operation of the power unit. In particular, to choose the methods and time periods of graphite management, the information on the composition and level of radioactive nuclides in this material is necessary.

According to the certain calculations for different time periods after operating the power units, the share of graphite stack and graphite elements of pressure tubes in the total amount of reactor radioactive waste can vary within the range of up to 80 %. The calculated estimates of radioactivity and their error are primarily determined by the inaccuracy for the data on the properties of initial structural material and the error for the calculation of neutrons flow density [1, 2]. At the same time, it is namely the graphite elements of reactor that have the greatest uncertainty of initial isotopic composition. Therefore, only the experimental determination of isotopic composition and activity for irradiated graphite samples can provide the necessary «reference point» for verifying the calculated data. This will allow retrospectively adjusting the initial composition of impurities and increasing the accuracy of calculated estimates of activity for the reactor taken as a whole.

According to the studies [3, 4], the main source of graphite contamination with the long-lived radionuclides caused by the processes of impurities activation, including those adsorbed during the reactor operation. When analyzing the radionuclide content of irradiated graphite, the most difficult thing is to investigate the influence of initial composition and impurity content on the total activity of graphite [2, 3, 4]. The main problem is associated with the uncontrolled irregularity in the content and distribution of impurities during the production process, both within a batch of products and within a single product.

Impurities in the reactor graphite contain a large number (up to 30) of widely-distributed species of elements with the concentration of 10^{-4} – 10^{-6} % by mass, many of which due to the complex chemical reactions form the long-lived radionuclides. Together with this group of radionuclides, the fission products and actinides are present in graphite. In addition, according to the studies [1, 3, 4], regardless of fuel particles with the accident origin, the fission products and actinides are detected in graphite due to the impurities of natural uranium and thorium in the reactor graphite (up to 5–10 %), as well as technological contamination of the surface casing of fuel elements with the uranium during their production. The adsorption of gases in the reactor graphite during the operation can significantly determine its activity. Ignoring this fact can lead to incorrect results and conclusions, which in turn causes the incorrect planning and solving the task of decommissioning the Chernobyl NPP power units.

On the basis of **foregoing the following conclusion** could be obtained:

the choice of technology for treatment and decontamination of irradiated material is influenced by a number of factors, including the level of radioactive contamination and available radionuclides; therefore, the characterization of irradiated material is an important stage for scientific substantiation of methods for irradiated material management.

References:

1. Calculation of radioactivity and radiation characteristics for the equipment and structural elements of the reactor facility of the Chernobyl NPP power unit № 1 after its final shutdown. Final report. Slavutych: RSC Kurchatov Institute and Slavutych Laboratory of International Researches and Technologies, 2000. 14 p. (Rus.)

2. Calculation of isotopic composition and radiation characteristics for the equipment and structural elements of the reactor of the Chernobyl NPP power unit № 2. Final report. Slavutych: Slavutych Laboratory of International Researches and Technologies, 2001. 87 p. (Rus.)

3. Experimental study of radioactive contamination for graphite stacks of the industrial reactors of the Siberian Chemical Factory / Bushuev A.V., Verzilov Yu.M., Zubarev V.N. [et al.]. Atomic energy. 2002. Vol. 92. Iss. 6. P. 477–485. (Rus.)

4. Bulanenko V.I., Frolov V.V., Nikolaev A.G. The radiation characteristics of graphite from the decommissioned uranium-graphite reactors. Atomic energy. 1996. Vol. 81. Iss. 4. P. 304–307. (Rus.)

ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ТЕПЛОВИХ ХВИЛЬ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Мельник Сергій Володимирович,

к.т.н., доцент, доцент,
Національний університет «Одеська політехніка»

Кузнєцова Марія Валеріївна,

здобувачка першого рівня вищої освіти,
Національний університет «Одеська політехніка»

Глобальна зміна клімату в XXI столітті супроводжується не лише поступовим зростанням середньої планетарної температури, а й різким збільшенням частоти та інтенсивності екстремальних метеорологічних явищ. Серед них особливе місце посідають теплові хвилі, які з рідкісних аномалій перетворилися на системну загрозу для стабільності екосистем, функціонування економіки та громадського здоров'я. Питання ідентифікації та прогнозування динаміки теплових хвиль є критично важливим для розробки стратегій адаптації міських агломерацій [1-4].

Мета дослідження. Встановлення локальних особливостей динаміки теплових хвиль у містах з різними географічними умовами (приморських та континентальних) та обґрунтування шляхів адаптації міського середовища до сучасних кліматичних викликів.

У світовій кліматології досі відсутнє єдине уніфіковане визначення «теплової хвилі». Критерії варіюються залежно від регіону та мети дослідження. У даній роботі за робоче визначення прийнято найбільш поширену у кліматичних дослідженнях модель: перевищення середньодобової температури на 5°C відносно кліматичної норми протягом 5 і більше днів поспіль [1].

Вплив глобального потепління на генезис теплових хвиль реалізується через два фундаментальні механізми: термодинамічний та динамічний – пов'язаний із деформацією висотних струминних течій.

Аналіз глобальних та регіональних трендів. За даними Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC AR6) та Всесвітньої метеорологічної організації (WMO), за останні роки кількість днів із тепловими хвилями на планеті зростає у 2–3 рази порівняно з базовим періодом 1961–1990 років [3, 4].

Особливий інтерес становить регіональна динаміка в Україні та специфіка приморських міст. Роль моря у формуванні міського мікроклімату під час теплових хвиль є подвійною. З одного боку, акваторія виступає як гігантський тепловий акумулятор, дещо пом'якшуючи пікові температури повітря. З іншого боку, висока відносна вологість морського повітря суттєво підвищує індекс теплового стресу. Через ускладнену терморегуляцію людського організму (зниження ефективності випаровування).

Для аналізу температурних змін були використані дані середньодобової температури за 2001–2025 рр. [5] у містах: Кропивницький (Україна), Одеса

(Україна), Арад (Румунія), Любляна (Словенія), Женева (Швейцарія), Нант (Франція). Крім Кропивницького міста розташовані приблизно на одній широті з м. Одеса. Схема розташування показана на рис.1. За базовий період будемо враховувати стандартний 30-річний проміжок, який Всесвітня метеорологічна організація (ВМО) визначила як поточний еталон для оцінки сучасного стану клімату (1991-2020 рр.). Відхилення температури від норми, обчислюються саме відносно середніх значень цього періоду.

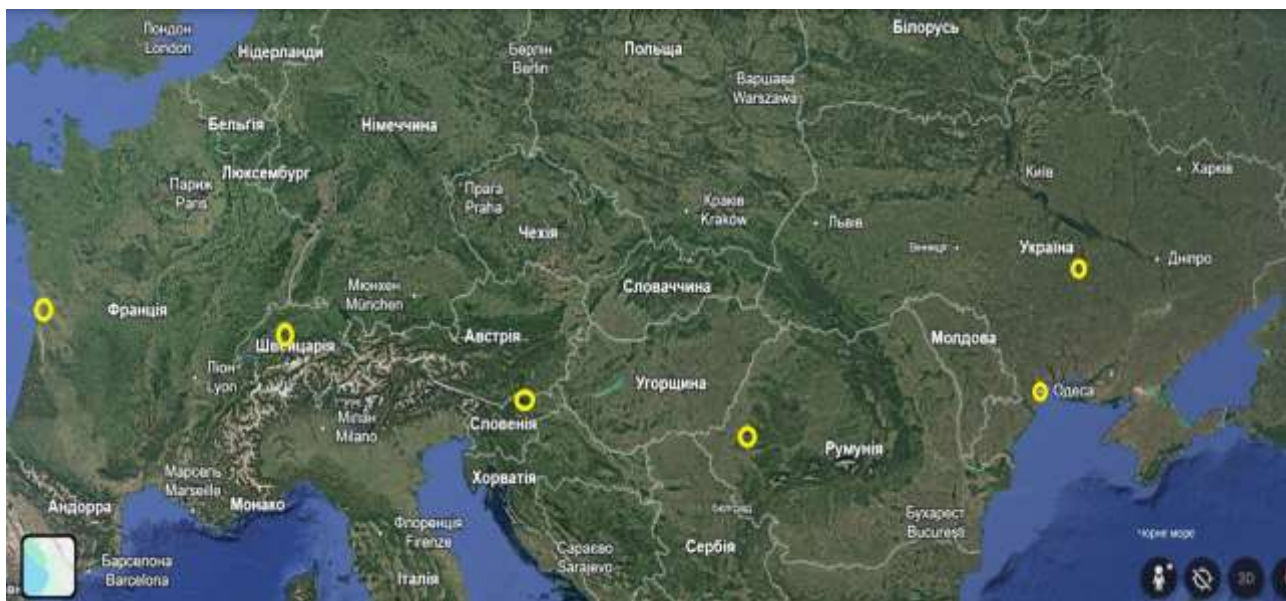


Рисунок 1 – Схема розташування обраних міст.

Джерело рисунка [6]

Кількість хвиль по роках і їх динаміка представлена на рисунках 2 і 3. Для м.Одеси і м.Кропивницького вона представлена на рис. 2.

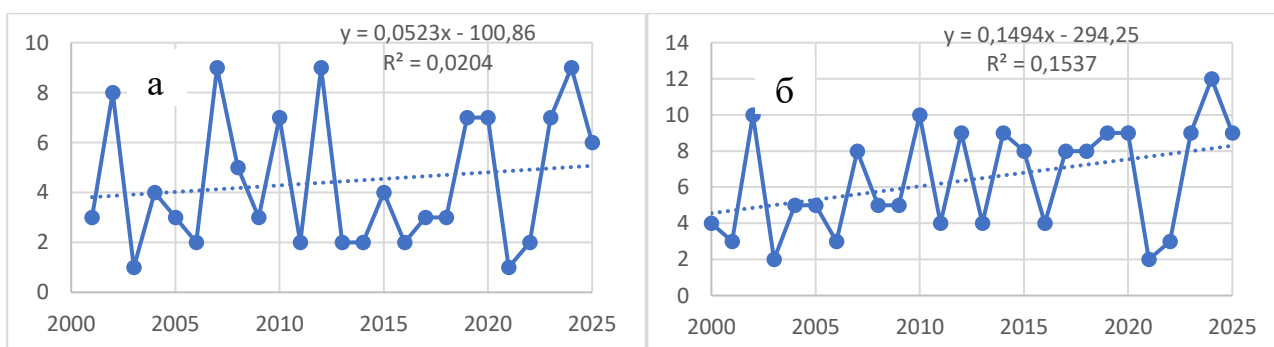


Рисунок 2 – Динаміка теплових хвиль для м.Одеси (а) і м.Кропивницького (б).
Джерело рисунка: розробка авторів.

Для м.Любляни і м.Нант представлена на рис. 3.

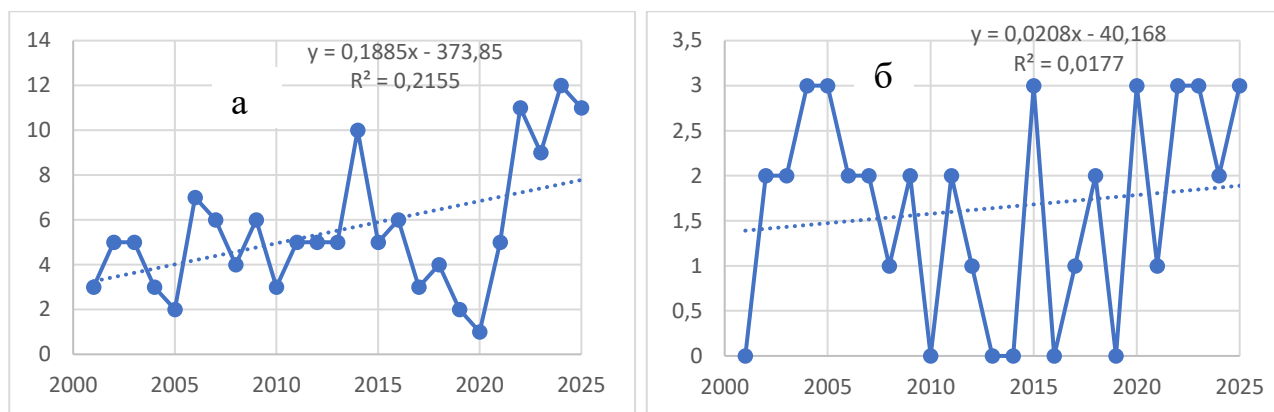


Рисунок 3 – Динаміка теплових хвиль для м.Любляни (а) і м.Нант (б).
Джерело рисунка: розробка авторів.

Отримані результати дозволили класифікувати міста за типом змін:

- Континентальний кластер (міста: Кропивницький, Арад (Румунія), Любляна (Словенія), Женева, (Швейцарія)): спостерігається статистично значуще підвищення кількості теплових хвиль. Відсутність великих водних об'єктів та швидкий відгук ґрунту на радіаційний прогрів сприяють інтенсифікації екстремальних явищ.
- Приморський кластер (міста: Одеса, Нант (Франція)): теж фіксується тенденція до зростання, проте вона є статистично не значуща.

Висновки. Дослідження підтверджує, що динаміка теплових хвиль має виражену регіональну специфіку, зумовлену як глобальною циркуляцією атмосфери, так і локальними фізико-географічними факторами. Континентальні міста України та Європи наразі перебувають під найбільшим тиском зростання частоти хвиль тепла.

Подальші наукові розвідки будуть спрямовані на детальний аналіз синоптичних умов формування конкретних хвиль та розробку науково обґрунтованих рекомендацій щодо адаптації міського середовища (озеленення, зміна альbedo поверхонь, оптимізація систем охолодження) до неминучих кліматичних змін.

Список літератури

1. Melnyk S., Vasiutynska K., Korduba I., Trach Y., Trach R., Butenko D., Chyliński F., Wrzesiński G. Modeling and Forecasting of the Local Climate of Odesa Using CNN-LSTM and the Statistical Analysis of Time Series. *Sustainability*. 2025. Vol. 17, iss. 18. 8424. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17188424>.
2. Сафранов Т. А., Катеруша Г. П., Катеруша О. В., Яраї К. С. Особливості динаміки хвиль тепла в окремих містах України. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2021. Вип. 55. С. 232–244. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-17>.

3. Shevchenko O., Oliinyk R., Snizhko S., Svintsitska H., Kostyrko I. Indexing of Heatwaves in Ukraine. *Water*. 2020. Vol. 12, iss. 4. 962. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12040962>.

4. Kornhuber K. et al. Amplified Rossby waves enhance risk of concurrent heatwaves in major breadbasket regions. *Nature Climate Change*. 2020. Vol. 10. P. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0637-z>.

5. Weatherandclimate. [Електронний ресурс]. <https://www.weatherandclimate.eu/monitor> (дата звернення: 11.01.2026).

6. Google earth. [Електронний ресурс]. <https://earth.google.com/web> (дата звернення: 09.01.2026).

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДЕТЕРМІНОВАНОГО ЗЛИТТЯ МУЛЬТИДЖЕРЕЛЬНИХ ДАНИХ ЗА СПІЛЬНИМ ЧАСОВО-ПРОСТОРОВИМ КЛЮЧЕМ

Черниш Руслан Володимирович

Аспірант

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна

Актуальність. У задачах екологічного моніторингу інтеграція мультиджерельних даних є одним із ключових способів підвищення інформативності аналітичних наборів, оскільки дає змогу поєднувати супутникові, модельні, реаналізні та інші просторово-часові спостереження в єдиному просторі ознак [1; 2]. Водночас наукова інтерпретація таких наборів визначається не лише властивостями окремих джерел, а й формальними правилами їх поєднання. Однією з методично важливих, але недостатньо артикульованих проблем є те, що детерміноване злиття за спільним часово-просторовим ключем формує не повний масив доступних спостережень, а лише підмножину записів, для яких одночасно забезпечено міжджерельну відповідність [3; 4].

Мета роботи полягає в узагальненні методичних аспектів детермінованого злиття мультиджерельних даних за спільним часово-просторовим ключем та в обґрунтуванні того, що правило інтеграції слід розглядати як одну з умов коректної інтерпретації інтегрованого набору даних.

Інтеграція мультиджерельних даних у екологічних дослідженнях зазвичай передбачає попереднє узгодження часової дискретизації та просторової одиниці аналізу. У практичному сенсі це означає перехід від різнорідних часових кроків і просторових об'єктів до спільного ключа, який однозначно визначає аналітичний запис. За такого підходу кожен рядок інтегрованої таблиці інтерпретується як сукупність значень показників, що належать до одного й того самого часового інтервалу та однієї й тієї самої просторової одиниці [1; 3].

Методично принциповим є те, що табличне злиття за таким ключем має детермінований характер. Якщо для поєднання застосовується оператор внутрішнього з'єднання, зокрема реалізований у Google Earth Engine як `ee.Join.inner()`, до результату потрапляють лише ті записи, для яких існує відповідність у всіх таблицях, що беруть участь у злитті [5]. У термінах аналітичної інтерпретації це означає, що інтегрований набір даних складається лише із записів із повною міжджерельною відповідністю. Відповідно, він не є механічною сумою всіх доступних спостережень, а являє собою підмножину, сформовану за наперед визначеним правилом сумісності [3; 5].

За таких умов пропуски в окремих джерелах не зникають, а трансформуються у звуження фактичної основи аналізу. Якщо хоча б в одному джерелі для певної часово-просторової комбінації відсутній валідний запис, такий рядок не входить

до інтегрованої таблиці. Наслідком цього є скорочення ефективного періоду спостережень, зменшення кількості доступних записів, а також нерівномірність часової або просторової підтримки даних [2; 3]. Для екологічних задач це особливо важливо, оскільки відсутність даних часто пов'язана не з випадковими чинниками, а із сезонністю, хмарністю, якістю вихідних вимірювань, специфікою попередньої обробки або різною чутливістю джерел до умов спостереження [1; 2].

Отже, інтегрований набір не можна автоматично інтерпретувати як репрезентативний для всього початкового періоду спостережень або для всієї сукупності просторових одиниць. Насправді він репрезентує лише ту підмножину часово-просторових комбінацій, для яких забезпечено повну міжджерельну узгодженість. Тому порівняння між часовими інтервалами, територіями або моделями, побудованими на такому наборі, мають супроводжуватися явним урахуванням того, що основа аналізу формується не лише екологічною варіабельністю, а й самим правилом інтеграції [3; 4]. Інакше існує ризик приписати частину виявлених відмінностей природним або антропогенним чинникам тоді, коли вони частково зумовлені зміною складу доступних записів.

З науково-методичного погляду це означає, що правило внутрішнього злиття має документуватися не як суто технічна деталь реалізації, а як складова контракту даних. Такий контракт визначає межі коректного використання інтегрованого набору: які часові інтервали фактично підтримані, які просторові одиниці мають повне покриття, наскільки рівномірною є структура записів і в яких межах результати можуть вважатися зіставними [2; 4]. У цьому контексті прозорість правила інтеграції є не менш важливою, ніж характеристика вихідних джерел або опис алгоритмів моделювання.

Висновки. Детерміноване злиття мультиджерельних даних за спільним часово-просторовим ключем забезпечує формально однозначне формування інтегрованого набору даних, але водночас обмежує його репрезентативність і межі коректного застосування. Використання внутрішнього з'єднання означає, що до аналізу включаються лише записи з повною міжджерельною відповідністю, тоді як пропуски в окремих джерелах трансформуються у скорочення періоду спостережень, нерівномірність просторово-часового покриття та зміну фактичної основи порівнянь. Тому правило інтеграції має розглядатися як самостійна методична умова інтерпретації екологічних даних і бути явно задокументованим у дослідженні.

Список літератури

1. Committee on Earth Observation Satellites. CEOS Analysis Ready Data Strategy 2024. 2024. [Електронний ресурс]. URL: <https://ceos.org/ard/files/CEOS%20Analysis%20Ready%20Data%20Strategy%2024%20October%202024.pdf>

2. Kröber, F., Sudmanns, M., Abad, L., & Tiede, D. On-demand, semantic EO data cubes – knowledge-based, semantic querying of multimodal data for mesoscale

analyses anywhere on Earth. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2025, 228, 552–565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2025.07.015>

3. Google for Developers. Join Overview | Google Earth Engine. [Электронный ресурс]. URL: https://developers.google.com/earth-engine/guides/joins_intro

4. Google for Developers. Inner Joins | Google Earth Engine. [Электронный ресурс]. URL: https://developers.google.com/earth-engine/guides/joins_inner

5. Kaur, S., & Sharma, H. Multimodal graph neural networks for earth observation and sustainable resource management: a comprehensive review and research roadmap. Discover Sustainability, 2026, 7, Article 21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02317-z>

HISTORICAL OVERVIEW OF THE EVOLUTION OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY

Kolodiichuk Volodymyr,
Doctor of Economics, Professor,
Professor of the Department of Management and Business Administration,
Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies,
Lviv

Kurtyak Mykhailo,
Postgraduate student of the Department of
Management and Business Administration,
Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies
Lviv

Corporate social responsibility is commonly treated as a product of late twentieth-century management thought, yet the idea that wealth carries obligation toward the broader community is far older than the term itself. Tracing the lineage of that idea across several distinct historical periods reveals how deeply rooted, and at the same time how profoundly transformed, the relationship between economic activity and social duty has been. This paper offers a condensed historical overview of the concept, moving from the collective obligations of pre-industrial societies through the philanthropic experiments of the industrial era, the academic crystallisation of CSR in the twentieth century, and the ongoing shift toward formalised ESG frameworks in the twenty-first. Such a retrospective is not merely of antiquarian interest; it sheds light on why certain tensions within CSR discourse, between voluntarism and regulation, between shareholder profit and stakeholder welfare, persist to this day and remain unresolved.

In the earliest civilisations, the notion that persons holding economic resources owed something to the community was inseparable from moral and religious life. Sumerian communities of the third millennium BCE shared a collective duty to maintain irrigation canals on which communal survival depended, an arrangement that presupposed mutual accountability long before any formal legal code of commercial conduct existed [1]. In classical Greece, wealthy citizens were expected to fund theatres, festivals, and naval expeditions, activities that were understood not as acts of personal generosity but as civic duties attached to prosperity. The Roman patron-client system operated along comparable lines: prominent families financed public works, from aqueducts to grain distributions, consolidating political influence while discharging what was felt to be a natural obligation of the propertied class [2]. Medieval Europe shifted the institutional locus of social provision toward the Church and the guild system. Trade guilds, merchant brotherhoods, and craft associations maintained hospitals, poorhouses, and schools, blending economic self-interest with religious imperatives of charity. In Islamic civilisation, the institution of zakat, an obligatory alms-tax, and waqf, inalienable charitable endowments funding schools, hospitals, and

roads, formalised economic responsibility into structures that functioned much like modern social programmes [3]. By the early modern period, as mercantile capitalism gained momentum, wealthy trading houses financed urban infrastructure and educational institutions, gradually turning philanthropy into a calculated strategy for bolstering commercial reputation and civic standing [1].

The Industrial Revolution marked a decisive rupture. Factory production, mass migration from countryside to city, child labour, hazardous working conditions, and environmental degradation created social pressures that older charitable models could not absorb. It was in this turbulent context that some industrialists began experimenting with what might be called proto-CSR. Robert Owen stands out among them. At New Lanark in Scotland he built a textile community that provided workers with decent housing, schooling for their children, shorter working hours, and access to medical care. Owen argued, with considerable practical evidence behind him, that treating workers humanely was not an act of charity but a sound business proposition that raised productivity and lowered turnover [4]. His conviction that rational persuasion alone could transform social relations proved naïve, yet the tangible achievements of New Lanark planted the seed of a powerful idea: that employers bear a responsibility for the welfare of those whose labour generates their wealth. In the second half of the nineteenth century, Titus Salt constructed Saltaire in West Yorkshire, a model industrial village now recognised as a UNESCO World Heritage Site, combining textile manufacturing with purpose-built housing, parks, and civic amenities for workers [5]. George Cadbury pursued a similar vision at Bournville, where employees of his chocolate factory lived in a planned settlement designed to promote health, recreation, and education [6]. Across the Atlantic, John D. Rockefeller channelled industrial wealth into foundations that funded medical research, universities, and public health campaigns [7]. None of these figures used the language of corporate social responsibility; what they shared was the conviction that industrial profit entailed social obligation, a conviction grounded variously in religious faith, utilitarian calculation, or the desire for social stability.

The formal conceptualisation of CSR belongs to the mid-twentieth century. Howard Bowen's 1953 monograph *Social Responsibilities of the Businessman* is widely regarded as the founding text: Bowen argued that business leaders, because they dispose of resources that belong in a broad sense to society, are duty-bound to act in ways consistent with the objectives and values of that society [8]. Through the 1960s and 1970s, Bowen's proposition was elaborated by successive scholars. Archie Carroll proposed the four-level pyramid that has since become the most frequently cited model in the field: economic responsibility at the base, then legal, ethical, and philanthropic obligations in ascending order [9]. Michael Porter and Mark Kramer linked CSR to competitive strategy, contending that corporate social engagement, when aligned with a company's core competencies, can generate shared value for both the firm and the community [10]. Not everyone agreed. Milton Friedman's famous 1970 essay in the *New York Times Magazine* insisted that the only social responsibility of business is to increase its profits within the rules of the game; any diversion of shareholder resources toward social ends he considered a form of taxation without representation [11]. The

tension between Friedman's shareholder-centric view and the broader stakeholder orientation championed by R. Edward Freeman, whose 1984 *Strategic Management: A Stakeholder Approach* reframed the corporation as a nexus of relationships with employees, customers, suppliers, communities, and regulators, has never been definitively resolved and continues to structure academic and policy debate [12].

A critical assessment of the twentieth-century trajectory was offered by Douglas Eicher, who argued that for much of the century CSR served as a mechanism of equilibrium: large corporations voluntarily provided social guarantees, invested in communities, and ran charitable programmes, thereby forestalling government regulation and weakening the bargaining power of trade unions. When regulatory pressure eased in the 1980s and 1990s and shareholder-value maximisation became the dominant corporate philosophy, many firms quietly abandoned their social commitments. In Eicher's reading, this amounted to a rupture of the implicit social contract between business and society and exposed the fundamental fragility of a CSR model built on voluntary compliance alone [13].

The twenty-first century has brought a qualitative shift. Financial markets now evaluate companies not only on earnings but on environmental, social, and governance performance, a triad captured by the acronym ESG. The 2015 Paris Climate Agreement committed signatory states to limiting global warming and in doing so created powerful incentives for businesses to cut emissions, invest in energy efficiency, and transition to renewable energy sources [14]. The United Nations Sustainable Development Goals provided a universal framework linking corporate strategy to broader developmental objectives. Within the European Union, the Non-Financial Reporting Directive (NFRD) first required large companies to disclose information on social and environmental impacts, and from 2024 it has been superseded by the far more demanding Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), which obliges firms to apply the European Sustainability Reporting Standards (ESRS) and to subject their non-financial disclosures to independent audit [15;16]. The practical consequence is that CSR is no longer a matter of corporate discretion; it is becoming a regulated dimension of corporate governance, enforceable through disclosure requirements, investor expectations, and reputational mechanisms.

Surveying the full arc of this history, from Sumerian irrigation duties through Cadbury's Bournville to the CSRD, one can identify a persistent underlying logic: societies have always expected those who accumulate economic power to contribute to collective welfare, and the institutional forms through which that expectation is expressed have evolved in step with changes in economic organisation, political structures, and cultural values. What distinguishes the present moment is the convergence of regulatory compulsion, investor demand, and public scrutiny, a convergence that makes the old debate between voluntarism and obligation increasingly moot. For economies facing acute external pressures, including military conflict, climate disruption, and supply-chain fragmentation, the capacity of corporations to act responsibly under stress, what might be termed corporate resilience, is no longer an aspirational extra but a condition of survival. Understanding where CSR came from is therefore inseparable from understanding where it needs to go.

References:

1. Pettigrew W. A., Smith D. Chan (eds.). *A History of Socially Responsible Business, c. 1600–1950*. New York: Palgrave Macmillan, 2017. 313 p.
2. Nicols J. *Civic Patronage in the Roman Empire*. Leiden: Brill, 2014. 344 p.
3. Wijayanti D., Widiastuti T. Zakat and Waqf As an Economic Development. *AFEBI Islamic Finance and Economic Review*, 2020, Vol. 5, No. 2, pp. 106–115.
4. Harrison J. F. C. *Robert Owen and the Owenites in Britain and America: The Quest for the New Moral World*. London: Routledge, 1969. 312 p.
5. Fraser W. H. *Titus Salt and Saltaire: Industry, Utopia and Society in the Nineteenth Century*. London: Routledge, 2015. 234 p.
6. Roberts J. *The Story of Bournville: Cadbury's Model Village*. London: Cadbury Bros., 1923. 180 p.
7. Fosdick R. *The Story of the Rockefeller Foundation*. New Brunswick: Transaction Publishers, 1989. 336 p.
8. Bowen H. R. *Social Responsibilities of the Businessman*. New York: Harper & Row, 1953. 276 p.
9. Carroll A. B. The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organizational Stakeholders. *Business Horizons*, 1991, Vol. 34, No. 4, pp. 39–48.
10. Porter M. E., Kramer M. R. Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review*, 2006, Vol. 84, No. 12, pp. 78–92.
11. Friedman M. The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits. *The New York Times Magazine*, 13 September 1970.
12. Freeman R. E. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman, 1984. 276 p.
13. Eicher D. M. *The Rise and Fall of Corporate Social Responsibility*. New York: Routledge, 2017. 394 p.
14. United Nations. Paris Agreement. 2015. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>.
15. Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 as regards corporate sustainability reporting (CSRD). *Official Journal of the European Union*, 2022.
16. Yatsiv I. Formation of social responsibility of large agricultural land users in Ukraine. *Economic Annals-XXI*, 2017, No. 168(11-12), pp. 48–52.

TRANSFORMATION OF FINANCIAL SECURITY IN THE FACE OF GEOPOLITICAL INSTABILITY

Mashyna Yuliia

PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the International Finance Department,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

The modern international financial system operates amid growing geopolitical tensions, trade conflicts, and military confrontations. These factors significantly affect the stability of financial markets, international investment flows, and the functioning of the global financial system. Global conflicts not only disrupt the stability of financial markets but also affect investment flows, exchange rates, international trade, and the functioning of international financial institutions. In such conditions, the role of an effective financial security system is one capable of withstanding external shocks and minimizing negative economic consequences is growing.

Financial security is a key element of national security, determining the resilience of the economy and the state's ability to withstand external and internal challenges. In the context of geopolitical instability including military conflicts, sanctions regimes, and trade disputes its importance increases exponentially. Financial security is viewed as a multidimensional concept that combines macroeconomic stability, the resilience of financial institutions, and the protection of national interests. The transformation of financial security is driven by new paradigms of globalization and regionalization [1].

According to the International Monetary Fund, risks to global financial stability have increased significantly in 2025 due to a combination of geopolitical conflicts, heightened trade tensions, and increased volatility in financial markets [2]. Geopolitical shocks can lead to sharp declines in stock markets, rising sovereign debt risk premiums, and exchange rate volatility. In such circumstances, the issue of ensuring financial security becomes particularly important at both the national and international levels.

One of the key factors in the transformation of international financial security is the increase in geopolitical risks. The growth of conflicts between states leads to fragmentation of the global financial system, which can cause losses of up to 5% of global GDP in the long term. Geopolitical conflicts significantly change the architecture of the international financial system, affecting the functioning of financial markets, investment flows and international payment systems through several channels:

1. Volatility of financial markets. Military conflicts and sanctions increase uncertainty in financial markets and cause fluctuations in stock indices, exchange rates, and commodity prices.
2. Disruption of international investment flows. Investors tend to avoid regions with increased political risk, which leads to a reduction in investment activity and reallocation of capital to more stable economies.
3. Rising cost of financing public debt.

Increased geopolitical tensions lead to higher risk premiums and make it more difficult for countries to access international financial markets.

Figure 1 shows trends of Global Debt and GDP.

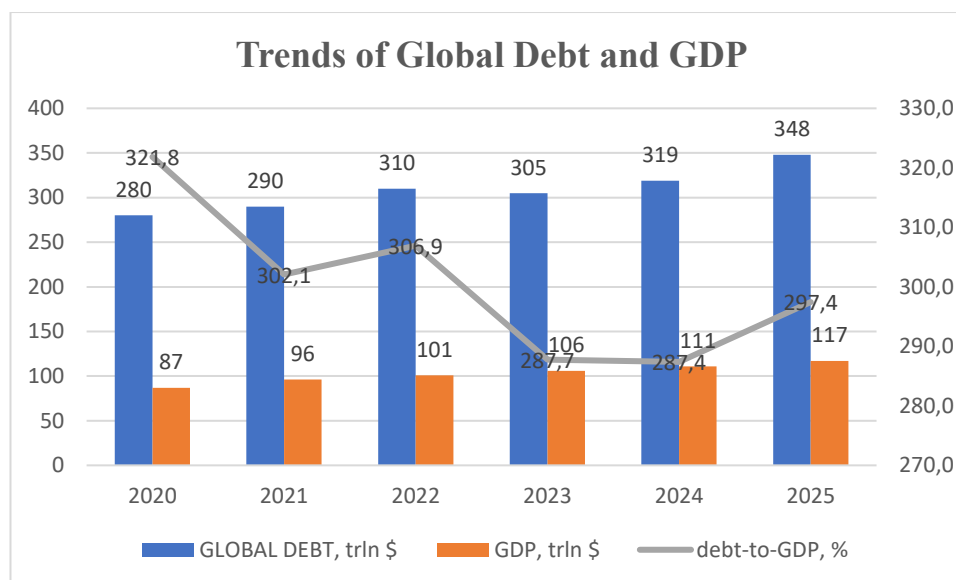


Figure 1. Trends of Global Debt and GDP

Source of the figure: author's development by [3].

4. Fragmentation of the global financial system. In response to sanctions and geopolitical confrontations, countries are increasingly creating alternative financial and payment infrastructures.

5. Slowing economic growth. According to the World Bank, escalating trade conflicts and political instability could lead to a slowdown in economic growth in most developing countries [3].

Financial security is transforming into a multi-level system covering the global, national and corporate levels. An important task is to find a balance between the openness of financial markets and the protection of national interests. International cooperation in the field of financial stability is becoming a necessary condition for maintaining global economic equilibrium [4].

An important role in ensuring global financial stability is played by international financial institutions, in particular the International Monetary Fund, the World Bank, and the Bank for International Settlements, which promote the coordination of financial policy and provide anti-crisis support to states.

In modern conditions, increasing the financial stability of states requires a comprehensive approach, including:

- diversification of international investment flows, reorientation to domestic sources of financing and development of alternative markets;
- digitalization of financial systems, implementation of fintech solutions, blockchain technologies and cyber protection systems;
- strengthening of national financial systems and banking regulation;
- increasing the efficiency of public debt management;

- development of international financial cooperation;
- formation of reserve financial mechanisms to counter global crises.

The transformation of financial security in the face of geopolitical instability is inevitable and multidimensional. It requires a comprehensive approach that combines public policy, corporate strategies and innovative technologies. Only the integration of these elements will ensure the resilience of financial systems and adaptation to new global realities

References:

1. Aleksandrova, O., Kosych, M., & Kurman, T. (2021). State and legal regulation of economic security as a component of national security. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(39), 494–502. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i39.241420>.
2. Global financial stability report
<https://www.imf.org/en/publications/gfsr/issues/2025/10/14/global-financial-stability-report-october-2025>
3. <https://data.worldbank.org>
4. Nadtochii, I., Kramarenko, I., & Hryshyna, N. (2024). Financial and economic security in the digital economy and society: scientific principles, features of management and regulation. *Ukrainian Economic Journal*, 4, 83–88. <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2024-4-16>.

**THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF THE
ECONOMIC EVALUATION OF ELEMENTS OF THE
TECHNOLOGY FOR GROWING FIELD CROPS ON THE
DERNOVO-PIDZOLIC SOILS OF THE POLISSYA
REGION OF UKRAINE**

Ratoshniuk Tetiana

Candidate of Economic Sciences, Senior Research Fellow

Ratoshniuk Viktor

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow

Ratoshniuk Viktor

Master's Degreeer
Polissia Institute of Agriculture of the NAAN of Ukraine

Given the rising costs of energy and raw materials for mineral fertilizer production, as well as the limited availability of organic fertilizers, the issue of optimizing their application per unit of cropland has become particularly pressing. The rational use of fertilizers requires consideration of a range of factors, among which soil and climatic conditions, soil fertility levels, the specific characteristics of agricultural landscapes, and the biological characteristics of the crops being grown play a leading role. Of particular importance is a differentiated approach to fertilizer application, which involves adapting application rates and methods depending on the conditions of a specific field or land plot. This approach not only increases the productivity of agricultural ecosystems but also minimizes negative environmental impacts, in line with modern principles of sustainable agricultural production.

At the same time, in the face of current challenges related to climate change, soil degradation, and instability in agricultural markets, the importance of resource-conserving technologies aimed at ensuring the efficient use of material and energy resources is growing. Optimizing fertilization in combination with rational management of soil water regimes is considered one of the key approaches to increasing the productivity of agroecosystems and ensuring their environmental sustainability.

Thus, the relevance of this study stems from the need to develop and implement effective, economically viable, and environmentally safe fertilization systems that would ensure increased crop yields and the competitiveness of agricultural production in the face of today's global challenges.

The issue of the effective use of agrochemical resources in modern agriculture is widely addressed in the works of Ukrainian scientists, particularly in the context of increasing the productivity of field crops and preserving soil fertility. These studies are particularly relevant for the conditions of the Polissya region of Ukraine, where sod-

podzolic soils prevail, characterized by low humus content, high acidity, and limited nutrient reserves.

According to the research findings of V. M. Polyovyi, L. A. Yashchenko, and G. F. Rovna, it has been established that crop productivity in short-rotation crop rotations depends to a large extent on the fertilization system, which determines the balance of humus and nutrients in the soil. The authors emphasize that the combination of mineral and organic fertilizers contributes to increased yields and improved agroecological soil conditions [1].

Studies by O. Savchuk, A. Melnychuk, O. Drebot, A. Kudryk, and O. Zubova, it has been demonstrated that the application of various fertilization systems in short-rotation crop rotations positively affects the fertility of drained sod-podzolic soils, ensuring the stabilization of humus content and an increase in the productivity of agrocenoses. At the same time, fertilizer efficiency depends to a large extent on their ratio, application methods, and moisture conditions [2].

Research by M. A. Kraina and O. A. Furmanets indicates that optimizing mineral fertilizer application rates is one of the key factors in increasing crop yields on sod-podzolic soils in Polissya. In particular, a significant increase in corn yield was observed when complex fertilizers were applied at the recommended rates. Similar results were obtained for other crops, notably winter rye, where increased fertilizer rates contributed to higher yields and improved product quality [3].

S. I. Veremeenko and V. M. Polovyi, who demonstrated that prolonged agricultural use without proper fertilization leads to soil degradation, a decrease in humus content, and a deterioration of their physicochemical properties [4]. This justifies the need to implement scientifically sound fertilization systems as the foundation of sustainable land use.

The research of A. O. Biletsky has established that fertilization systems significantly influence the nutrient regime of sod-podzolic soils, particularly the balance of nitrogen, phosphorus, and potassium, as well as the formation of soil humus. The use of organic-mineral fertilization systems ensures more stable fertility indicators compared to the exclusive use of mineral fertilizers [5].

In addition, studies of the agrochemical properties of Polissya soils conducted by A. V. Lysytsia and H. D. Krupko confirm the significant variability in nutrient content in the region's soils, which necessitates a differentiated approach to fertilization [6].

The scientific literature devotes particular attention to the agroecological aspects of fertilizer application. For example, P. P. Nadtochii and other researchers emphasize the need to consider environmental constraints when applying fertilizers, especially in the Polissya region, where soils are sensitive to anthropogenic stress [7-9].

Thus, an analysis of scientific sources indicates that optimizing fertilization systems is a key factor in increasing the productivity of field crops on sod-podzolic soils in the Polissya region of Ukraine. At the same time, there is a need for further research aimed at developing economically efficient and environmentally safe crop cultivation technologies, taking into account moisture conditions and the specific characteristics of the soil cover.

In a market-based economy, crop cultivation technologies must not only be

economically feasible and justified but also cost-effective and energy-efficient. This is why a comprehensive approach — assessing environmental, agronomic, and economic efficiency — is essential to their development.

The assessment of the economic efficiency of improved cultivation methods for the crops under study was based on indicators that characterize the return on material and financial resources allocated to intensifying production, specifically: gross output value, production costs, cost of goods sold, profit (net income), and profitability. The main criteria for the energy assessment of cultivation technologies are indicators of energy consumption per unit of output, energy yield per unit of harvest, energy consumption per 100 kg of grain, and the energy efficiency coefficient. An important aspect of the ecological and economic analysis of cultivation technologies is determining the cost structure, which makes it possible to identify opportunities for reducing material and technical resources and energy costs in specific areas, including fertilizers, plant protection products, fuels and lubricants, etc.

Given the limited energy resources in our country, achieving high crop yields with minimal energy consumption is a priority and essential task for modern agricultural science.

Energy analysis helps to provide a more objective assessment of the technological processes involved in crop cultivation. Agricultural specialists are increasingly focusing on addressing the issue of the efficient use of limited arable land resources and fertilizer application. Modern crop cultivation technologies are based on the optimal utilization of the energy potential of crop varieties, a rational fertilization system, and the implementation of an effective crop protection system. An analysis of the effectiveness of various cultivation technologies for narrow-leaved lupine, winter wheat, silage corn, spring barley, and soybeans revealed certain differences in economic and energy characteristics. At the same time, the level of key economic indicators (cost of production, profit, and profitability) was determined by the absolute values of the costs of cultivation operations and the value of the produce (Table 1).

Table 1

Economic efficiency of crop cultivation in a crop rotation system depending on tillage and fertilization methods, average for 2019–2023

Method and depth of soil cultivation	Fertilizer	Production costs, UAH/ha					Total production costs, UAH/ha	Difference in total production costs (± compared to the control) from:				Cost of feed units per hectare, in thousands of hryvnias	Profitability %
		narrow-leaved lupine	winter wheat	corn on the farm	spring barley	soy		processing		fertilizer			
								t/ha	%	t/ha	%		
Plowing, 18–20 cm (control)	without	7,80	18,20	16,20	13,70	14,40	70,30	–	–	–	–	65,15	-7,3
Plowing, 12–14 cm		7,64	17,84	15,88	13,43	14,11	68,90	-1,40	-2,0	–	–	61,25	-11,1

ECONOMICS
GLOBAL TRENDS AND DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT

Disc harrowing, 8–10 cm		6,01	14,01	12,47	10,55	11,09	54,13	-16,17	-23,0	–	–	55,25	2,1
Shallow tillage, 18–20 cm		6,40	14,92	13,28	11,23	11,81	57,64	-12,66	-18,0	–	–	55,80	-3,2
Plowing, 18–20 cm (control)	organic-mineral	7,80	18,20	16,20	13,70	14,40	70,30	0,00	0,0	0,00	0,0	132,8 0	88,9
Plowing, 12–14 cm		7,72	18,02	16,04	13,56	14,26	69,60	-0,70	-1,0	0,70	1,0	124,6 5	79,1
Disc harrowing, 8–10 cm		6,79	15,83	14,09	11,92	12,53	61,16	-9,10	-13,0	7,03	13,0	112,9 0	84,6
Shallow tillage, 18–20 cm		7,02	16,38	14,58	12,33	12,96	63,27	-7,00	-10,0	5,63	9,8	114,1 0	80,3
Plowing, 18–20 cm (control)	organic	7,80	18,20	16,20	13,70	14,40	70,30	0,00	0,0	0,00	0,0	116,8 0	66,1
Plowing, 12–14 cm		7,64	17,84	15,88	13,43	14,11	68,90	-1,40	-2,0	0,00	0,0	105,8 5	53,6
Disc harrowing, 8–10 cm		6,71	15,65	13,93	11,78	12,38	60,45	-9,80	-14,0	6,32	11,7	90,65	50,0
Shallow tillage, 18–20 cm		7,02	16,38	14,58	12,33	12,96	63,27	-7,00	-10,0	5,63	9,8	91,25	44,2

Calculations of the economic efficiency of growing narrow-leaved lupine, winter wheat, spring barley, soybeans, and silage corn using technologies that incorporate organic and organo-mineral fertilization under various tillage options showed that, compared to the unfertilized control, the highest yields of main crops — both for individual crops and overall within the crop rotation — were achieved at 6.69 t/ha of grain and 22.3 t/ha of green mass of corn for silage, with the value of harvested feed units per hectare of land amounting to 65,150 UAH, were achieved by the variants involving plowing to a depth of 18–20 cm. Reducing the tillage depth in the unfertilized variants also led to a decrease in plant productivity, which negatively affected the cost-effectiveness of crop production, which was negative in virtually all variants of the specified fertilization system (-3.2 – -11.1%). The lowest profitability of crop production in the crop rotation sequence -11.1% was obtained in the variant where plowing was performed to a depth of 12–14 cm.

Depending on the effects of different tillage methods and fertilizer application rates, the highest total costs in the crop rotation system for growing grain and legume crops for grain and corn for green fodder and silage (68.9–70.3 thousand UAH/ha) were observed in the treatment options involving plowing to a depth of 12–14 and 18–20 cm. At the same time, the option involving plowing to a depth of 18–20 cm proved to be the best in terms of productivity and forage units per unit of planted area in the crop rotation, regardless of the fertilization system.

The highest economic efficiency in growing narrow-leaved lupine, winter wheat, spring barley, soybeans, and corn for green forage and silage under different tillage depth treatments was achieved when applying 7.8 tons/ha of manure combined with a complete mineral fertilizer at a dose of N57P63K70 of active ingredient. With this fertilization system, the total profit in the crop rotation sequence increased to 51–74–62.5 thousand UAH/ha with a production profitability of 79.1–88.9%. At the same

time, the option with plowing to a depth of 18–20 cm yielded the highest forage yield in the crop rotation at 26.56 t/ha, with a total net profit of 62.5 thousand UAH/ha and a profitability of 88.9%.

Performing ridge plowing to a depth of 18–20 cm, combined with the application of 7.8 t/ha of manure, also has a positive effect on the formation of grain and green matter yields in narrow-leaved lupine, soybeans, winter wheat, spring barley, and silage corn, and contributes to the highest total yield increase from tillage in the crop rotation sequence at 4.01 and 23.90 t/ha, respectively. At the same time, the effect of organic fertilization on the productivity of the studied crops significantly exceeds the effect of tillage methods and ensures a yield increase in the crop rotation at 2.28–4.01 t/ha of grain and 18.70–23.90 t/ha of green mass of silage corn, which does not exceed the yield increase obtained by the studied crops under organic-mineral fertilization with a production profitability of 66.1%.

The implementation of intensive resource- and energy-saving technologies makes it possible to increase crop yields while simultaneously reducing the amount of resources and energy required to produce a unit of crop output. In addition to calculating economic efficiency, bioenergy analysis plays a significant role in modern agricultural production. When developing any technology for growing field crops, we believe special attention should be paid to the rational use of energy resources. After all, it is well known that the ecological and environmental significance of agrocenoses depends on the intensity of energy exchange within the ecosystem.

The cultivation of narrow-leaved lupine, soybeans, winter wheat, spring barley, and silage corn involves both direct and indirect energy costs. Direct costs include the energy content of fuel, electricity, and human labor; indirect costs include the energy invested in the extraction and processing of ore, gas, oil, and other raw materials, as well as the energy required to produce agricultural machinery, fertilizers, plant protection products, agrochemicals, etc. Calculating indirect energy costs is difficult, so we used the method described in [4].

The scientific justification and development of soil cultivation systems require a comprehensive assessment in terms of improving soil fertility, environmental protection, and effective weed control. Modern agriculture in Ukraine is in a state of transition toward less resource-intensive field crop cultivation technologies based on the implementation of effective soil tillage measures in grain-specialized crop rotations and the use of crop by-products as fertilizer. In this regard, it is important to identify economically and energetically viable primary tillage systems that ensure the preservation and restoration of soil fertility and contribute to increased crop yields. In Table 2, we have calculated the economic efficiency of growing spring, winter, and leguminous crops. Taking into account production costs and the value of the harvest, the table shows the profitability of growing a particular crop at various yield levels.

Table 2

The economic efficiency of crop cultivation

Indicators	Estimated economic efficiency indicators for different levels of planned crop yields				
Winter wheat, winter rye, winter triticale, winter barley					
1. Yield, cwt/acre	60	55	50	40	30
2. Price, UAH/cwt	640	640	640	640	640
3. Value of the harvest, UAH	38400	35200	32000	25600	19200
4. Production costs, UAH/acre	18212	18212	18212	18212	18212
5. Net profit, UAH/acre	20188	16988	13788	7388	988
6. Profitability, %	111	93	76	41	5
Spring wheat, spring triticale, spring barley					
1. Yield, cwt/acre	50	45	40	30	25
2. Price, UAH/cwt	640	640	640	640	640
3. Value of the harvest, UAH	32000	28800	25600	19200	16000
4. Production costs, UAH/acre	13683	13683	13683	13683	13683
5. Net profit, UAH/acre	18317	15117	11917	5517	2317
6. Profitability, %	134	110	87	40	17
Soy					
1. Yield, cwt/acre	45	40	30	25	20
2. Price, UAH/cwt	800	800	800	800	800
3. Value of the harvest, UAH	36000	32000	24000	20000	16000
4. Production costs, UAH/acre	14352	14352	14352	14352	14352
5. Net profit, UAH/acre	21648	17648	9648	5648	1648
6. Profitability, %	151	123	67	39	11
Narrow-leaved lupine					
1. Yield, cwt/acre	30	25	20	15	10
2. Price, UAH/cwt	800	800	800	800	800
3. Value of the harvest, UAH	24000	20000	16000	12000	8000
4. Production costs, UAH/acre	7772	7772	7772	7772	7772
5. Net profit, UAH/acre	16228	12228	8228	4228	228
6. Profitability, %	209	157	106	54	3
Corn for grain					
1. Yield, cwt/acre	80	70	60	50	40
2. Price, UAH/cwt	550	550	550	550	550
3. Value of the harvest, UAH	44000	38500	33000	27500	22000
4. Production costs, UAH/acre	16164	16464	16464	16464	16464
5. Net profit, UAH/acre	27836	22336	16836	11336	5536
6. Profitability, %	172	138	104	70	34

Conclusions. An important aspect of the ecological and economic analysis of crop cultivation technologies is determining the cost structure associated with sowing, tending, and harvesting crops. This makes it possible to identify opportunities for reducing material and technical resources and energy costs in specific areas, such as fertilizers, plant protection products, fuels and lubricants, and so on. This, in turn, depending on the impact of various tillage methods and fertilizer application rates, helps to adjust production processes and increase the profitability of crop cultivation within the crop rotation system.

The highest economic efficiency in growing narrow-leaved lupine, winter wheat, spring barley, soybeans, and corn for green forage and silage within a crop rotation system using technologies that incorporate organic and organo-mineral fertilization under various tillage options was achieved by options involving plowing to a depth of 18–20 cm. This same option proved to be the best in terms of productivity and forage yield per unit of planted area, regardless of the fertilization system.

References:

1. Polóvyi, V. M., Yashchenko, L. A., Rovna, H. F., & Kolesnyk, T. M. (2022). Ecological and Economic Aspects of Crop Cultivation on Sod-Podzolic Soils in Western Polissya, Ukraine. *Agroecological Journal*, 1, 91-98. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257127>
2. Savchuk, O. V., Melnychuk, A. V., Drebot, O. I., Kudryk, A. V. & Zubova O.V. (2020). The Effect of Fertilization Systems on the Fertility of Sod-Podzolic Soils in a Short-Rotation Crop Rotation. *Land Management, Cadastre, and Land Monitoring*, 13, 108-117. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zemleustriy_2020_1_13
3. Krayna, M. A., & Furmanets, O. A. (2023). Corn Yields as a Function of Fertilization on Sod-Podzolic Soils in Polissya. *Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering. Agricultural Sciences*, (2), 112–119.
4. Veremeyenko, S. I., & Polovyi, V. M. (2013). Changes in the Properties of Sod-Podzolic Soils Under the Influence of Long-Term Agricultural Use. *Bulletin of Agricultural Science*, (5), 23–28.
5. Biletskyi, A. O. (2023). The Effect of Fertilization Systems on the Nutrient Status of Sod-Podzolic Soil. *Scientific Horizons*, 4, 56–63. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789>
6. Lysytsia, A. V., & Krupko, H. D. (2021). Agrochemical Properties of Soils in the Polissya Region of Ukraine. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*, (1), 33–40.
7. Agroecological Justification of Tillage Methods for Sod-Podzolic Soils and Fertilization Systems for Field Crops in the Radioactive Contamination Zone of the Zhytomyr Polissya: Monograph / P. P. Nadtochii, V. I. Ratoshniuk, I. Yu. Ratoshniuk [et al.]; edited by P. P. Nadtochii and S. M. Ryzhuk. Zhytomyr: Published by PP “Ruta,” 2020. 204 pp.
8. Nadtochii, P. P., Ratoshniuk, V. I. & Ratoshniuk, T. M. (2021). The Effect of Fertilization and Tillage on the Quality of Sod-Podzolic Soil and the Productivity of Field Crops in a Crop Rotation System in the Zhytomyr Polissya Region. *Bulletin of Agricultural Science*, 5 (818). C. 5-15. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-01>
9. Nadtochii, P. P., Ratoshniuk, V. I. & Ratoshniuk, T. M. (2023). The Effect of Fertilizers on the Agroecological Condition of Sod-Podzolic Soil and the Productivity of Crops in Crop Rotation. *Podilsky Visnyk: Agriculture, Technology, Economics*, 1 (38), C. 84-92. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.12>
10. Energy Assessment of Farming Systems and Crop Production Technologies [Text]: Methodological Recommendations / Y. O. Tarariko [et al.]; Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Institute of Agroecology and Biotechnology. Kyiv: Nora-Print, 2001. 60 p.

SCIMAGO ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ НАН УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНОМУ ДОСЛІДНИЦЬКОМУ ПРОСТОРИ

Жукович Інна Анатоліївна,
к.е.н., с.н.с., провідний науковий співробітник
ДУ «Центр оцінювання діяльності наукових
установ та наукового забезпечення розвитку
регіонів України НАН України»

Оцінювання діяльності наукових установ НАН України, зокрема через аналітичні платформи типу SCImago, є важливим інструментом їх самоідентифікації в глобальному дослідницькому просторі. В умовах жорсткої конкуренції за грантову підтримку та інтелектуальний капітал, рейтинги, побудовані за допомогою індикаторів, надають можливість порівнювати установи, об'єктивно підтверджувати фаховий рівень їх дослідників та стають репутаційним маркером для міжнародних колаборацій.

Глобальний наукометричний рейтинг наукових установ, організацій та університетів SCImago Institutions Rankings (далі – SIR) [1] був створений іспанською дослідницькою групою SCImago Research Group, до складу якої входять експерти з Мадридського університету імені Карла III, Університету Гранади та інших провідних інституцій Іспанії. Перший звіт було опубліковано у 2009 році.

В якості джерел інформації для побудови SIR спочатку використовувалась інформація переважно з бібліографічної та реферативної база даних рецензованої наукової літератури Scopus, що створена компанією Elsevier, та глобальна статистична база даних патентів, створена та підтримувана Європейським патентним відомством (PATSTAT). Наразі корисними джерелами інформації, які дають уявлення про те, як суспільство взаємодіє з окремими видами результатів наукових досліджень (журнальні статті, матеріали конференцій, розділи монографій та багато іншого) в онлайн-середовищі є інформаційна система PlumX Metrics [2], що збирає відомості щодо альтметрик та традиційних цитувань; універсальний менеджер довідників Mendeley, платформа Ahrefs [3], база даних Unpaywall.

Особливістю SIR є те, що для побудови рейтингу не використовуються репутаційні опитування. Позиція установи залежить виключно від точних даних: скільки статей опубліковано, скільки патентів отримано, наскільки часто дослідження згадуються у світі тощо, що робить його менш суб'єктивним.

Умовами до включення до рейтингу є наявність щонайменше 100 наукових праць опублікованих у базі Scopus протягом останнього року п'ятирічного періоду та документи, на які можна цитувати (стаття, розділ, доповідь на конференції, огляд та короткий огляд), повинні становити щонайменше 75% від загальної кількості документів, опублікованих установою [1]. .

За роки свого існування методологія SIR змінювалась від простого підрахунку публікацій до складної мультифакторної моделі. Наразі рейтинг побудований шляхом розрахунку композитного індексу у складі якого зважені агреговані індикатори, що відображають результати діяльності, зв'язки та тенденції, які характеризують діяльність установ [4].

Індекс включає показники які залежать і не залежать від розміру установ, що надає можливість отримати загальну статистику наукових публікацій та іншої продукції установ, водночас дозволяючи порівнювати установи різного розміру. Після розрахунку остаточного індексу на основі комбінації різних показників (яким надається різна вага), отримані значення нормалізуються за шкалою від 0 до 100.

Щороку SIR аналізує наукові установи світу за ключовими показниками ефективності, що враховують не лише публікаційну активність, а й інноваційний потенціал та соціальний вплив.

У SIR 2026 року [1] оцінювання проводиться за 20 ключовими показниками, які згруповані у три великі блоки:

1. Дослідницька діяльність. Блок базується на даних Scopus і аналізує якість та обсяг наукових праць. Сюди входять 11 показників, сумарний ваговий коефіцієнт яких становить 50%. Серед показників: нормалізований вплив публікацій установи порівняно з середнім світовим рівнем; кількість статей, де науковці установи є головними авторами у найкращих 10% журналів світу; частка публікацій, написаних у співавторстві з іноземними колегами; здатність установи очолювати дослідницькі проекти тощо

2. Інноваційна діяльність. Оцінює економічний потенціал досліджень Джерелом інформації для розрахунку показників є база даних PATSTAT. До групи включені три індикатори, сумарний ваговий коефіцієнт яких становить 30%: кількість патентних заявок, поданих установою; загальна кількість отриманих патентів; частота, з якою наукові праці установи цитуються в патентах світових компаній.

3. Суспільний вплив. Цей фактор вимірює «видимість» та корисність установи для суспільства. Основні джерела інформації є PlumX metrics та Mendeley. Сумарний ваговий коефіцієнт показників становить 20%. До блоку входять 6 показників: альтметрики (згадування досліджень у соціальних мережах та медіа); кількість зовнішніх посилань на сайт установи; цілі сталого розвитку (оцінка публікації, спрямовані на вирішення глобальних проблем ООН); залученість жінок-дослідниць до наукового процесу; цитування наукових результатів у державних та міжнародних політичних документах.

SIR дозволяє класифікувати установи за п'ятьма секторами: державний, охорона здоров'я, вища освіта (університети), приватний, інші (неприбуткові та неурядові установи). Крім цього користувачі можуть будувати рейтинги за країною, регіоном або конкретними науковими галузями (наприклад, хімія, фізика, соціальні науки або медицина).

Інтерфейс сайту проекту дає змогу візуалізувати будь-який індивідуальний рейтинг за допомогою комбінації трьох груп індикаторів і згрупувати установи

за інституційними секторами, для кожного сектору також можна побудувати діаграми розподілу різних показників.

Для наукових установ Національної академії наук України (НАН України) рейтинг SCImago є важливим, оскільки він один із небагатьох, де академічні інститути оцінюються окремо від університетів (у державному секторі).

Станом на 2025–2026 роки, установи НАН України продовжують займати лідируючі позиції в національному науковому просторі, часто випереджаючи університети за якістю досліджень та інноваційним потенціалом.

У загальному SIR 2026 року серед 10827 наукових установ світу НАН України зайняла 2925 позицію, перше місце у рейтингу серед 98 наукових установ України та 1 місце серед 21 наукової установи державного сектору [1].

Зазначимо, що розробниками SIR НАН України сприймається як єдина система (так званий «холдинг науково-дослідних установ України») та включається до рейтингу як окрема одиниця. Крім цього, SCImago також виділяє окремі інститути, що входять до складу НАН України та мають достатню кількість публікацій (понад 100 за рік) для індивідуального рейтингування.

Згідно з SIR 2026 [1] до 5 лідерів серед наукових установ України, що відносяться до державного сектору, увійшли:

1. Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова Національної академії наук України.
2. Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут».
3. Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України.
4. Інститут фізики Національної академії наук України.
5. Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України:

Ці установи є провідними в Україні за напрямками своєї наукової діяльності. За результатами внутрішнього оцінювання за «Методикою оцінювання ефективності діяльності наукових установ НАН України» [5] ці установи були віднесені до категорії А – наукові установи світові лідери.

За результатами державної атестації 2025 року, яку проводило Міністерство освіти і науки України за «Методикою оцінювання ефективності наукової (науково-технічної) діяльності наукових установ та закладів вищої освіти в частині провадження такими закладами наукової (науково-технічної) діяльності за окремими науковими напрямками під час проведення державної атестації» [6], три установи з п'ятірки лідерів SIR 2026 були віднесені до групи А, дві установи (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова Національної академії наук України, та Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України) – до групи Б.

Отже, методологія SIR виступає ефективним інструментарієм для державних управлінців та менеджерів науки, дозволяючи здійснювати комплексний моніторинг і формувати стратегії підвищення ефективності як окремих інститутів НАН України, так і всього наукового сектору держави. Гарні показники академічних установ у глобальних вимірах підтверджують високий інтелектуальний потенціал України та її здатність генерувати наукоємні

інновації в умовах військового стану, що є вагомим чинником прискорення інтеграції до Європейського дослідницького простору.

Список літератури

1. SCImago Institutions Rankings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scimagoir.com> (дата звернення: 17.03.2026). – Назва з екрана.

2. PlumX Metrics [Електронний ресурс] // Elsevier. – Режим доступу: <https://www.elsevier.com/insights/metrics/plumx> (дата звернення: 19.03.2026). – Назва з екрана.

3. Ahrefs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: (дата звернення: 19.03.2026). – Назва з екрана.

4. Жукович І.А., Єгоров І.Ю. Установи НАН України у міжнародному рейтингу SCIMAGO. *Наука технології інновації*. №2(10). 2019, С. 15–22. URL: <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2019-2-03>

5. Методика оцінювання ефективності діяльності наукових установ Національної академії наук України: затв. постановою Президії НАН України від 11 січ. 2023 р. № 33.

URL:

https://files.nas.gov.ua/text/Documents/Methodika_oscinvanya_2023.pdf (дата звернення: 18.03.2026).

6. Методика оцінювання ефективності наукової (науково-технічної) діяльності наукових установ та закладів вищої освіти в частині провадження такими закладами наукової (науково-технічної) діяльності за окремими науковими напрямками під час проведення державної атестації: затв. наказом Міністерства освіти і науки України від 24 жовт. 2024 р. № 1485. URL: https://nauka.gov.ua/docs/110/%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%9C%D0%9E%D0%9D148521102024_compressed.pdf (дата звернення: 18.03.2026).

ЕКОНОМІКА ЗНАНЬ ТА МЕРЕЖЕВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ: ВИКЛИКИ ПОСТІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕПОХИ

Залужний Антоній Леонідович,

доктор філософії (PhD),

доцент кафедри енергетики

Національного університету водного господарства та природокористування,

Україна

Сучасна парадигма економічного розвитку спирається на теорії постіндустріалізму, де знання та інформаційно-комунікативні технології стають центральними елементами господарювання. У межах концепцій «економіки знань» та «сервісної економіки» саме нематеріальні активи – інформація та послуги – визнаються фундаментом суспільного добробуту.

Особливість цифрової епохи полягає у створенні глобальних мереж, що інтегрують економіку, культуру та державу в єдину систему, яку М. Кастельс назвав «мережеским суспільством» [1]. Як наслідок, формується нова економічна реальність – інформаційно-мережева економіка. Вона характеризується відмовою від жорсткої територіальної прив'язки на користь гнучких мережевих структур, що функціонують на планетарному рівні.

Властиво, що до проблем інформаційно-мережевої економіки звертаються такі українські вчені як І. Сазонець, М. Згуровський, Д. Муза, Н. Томчук, Трохим Т. Ковальчук та інші, згідно з якими це якісно-нова форма функціонування економіки, яка «базується на появі й розвитку інформаційно-комп'ютерних технологій, розгалужених Інтернет-комунікацій та глобальних інформаційних надмагістралей» [2, с. 16]. У зв'язку з цим інформаційно-мережеву економіку ще називають «Інтернет-економікою», «електронно-мережевою економікою».

Так, інформаційні технології стають фундаментом для комунікативної інтеграції територіально розрізаних підрозділів компанії. Завдяки механізму аутсорсингу, що полягає у делегуванні специфічних функцій профільним партнерам, сучасні підприємства підтримують безперервний зв'язок із контрагентами по всьому світу. Глобальні мережі використовуються економічними агентами не лише для координації внутрішньої структури, а й для вибудовування дистанційної взаємодії з клієнтами та розвитку електронного бізнесу. В умовах електронної комерції взаємодія постачальника і замовника базується на постійному інформаційному обміні, де об'єктом праці виступають не матеріальні речі, а дані. Відтак, електронний бізнес охоплює не лише провайдерські послуги, а всю сукупність комерційних стратегій використання глобальної мережі.

Мережеві структури ґрунтуються на принципах глибокої інтеграції, взаємної зацікавленості та тісної кооперації всіх учасників, що зумовлює появу якісно нових комбінацій взаємодії. Це спричиняє трансформацію традиційних моделей підприємництва у нові організаційні форми, максимально орієнтовані на запити споживачів. За таких умов навіть потужні індустріальні гіганти змушені

адаптуватися до вимог постіндустріальної економіки, інтегруючи у свою діяльність інформаційно-мережеві елементи та інструменти електронної комерції. Це не лише модернізує їхню інфраструктуру, а й суттєво мінімізує витрати.

Яскравим прикладом є холдинг Intercontinental Exchange (ICE), чия цифрова платформа для торгівлі енергоресурсами акумулює половину світового обсягу угод на нафту й газ. Подібну стратегію демонструє і General Electric, яка через перехід до мережевої моделі та децентралізацію функцій забезпечує високу рентабельність і швидку адаптацію до динамічних ринкових умов.

Трансформація сучасного економічного ландшафту супроводжується витісненням традиційних структур новими організаційно-економічними формами. Ключовим аспектом цього процесу є віртуалізація економіки, що проявляється у поширенні електронних платежів, функціонуванні віртуальних підприємств, маркетплейсів та цифрової реклами. Оперативний доступ суб'єктів господарювання до глобальних інформаційних ресурсів докорінно змінює структуру споживчих потреб, зміщуючи акцент на їх нематеріальну складову.

Сучасні теоретичні підходи ставлять темпи економічного поступу в пряму залежність від накопичення інтелектуального капіталу та ефективності функціонування «індустрії знань». Слідом за Ф. Махлупом [3], до ключових галузей, що забезпечують виробництво та дифузії інформації, доцільно відносити не лише ІТ-сектор і ЗМІ, а й видавничу справу та право. Водночас фундаментальною сферою, що визначає життєздатність інформаційної економіки, залишається освіта.

За А. Горцом, сучасний етап суспільного розвитку позначений «бумом економіки знань», що змінює саму природу трудової діяльності. Центральне місце посідає «живе знання» [4] – динамічний ресурс, що втілюється у професійному досвіді, вмінні координувати дії та досягати взаєморозуміння. У цьому контексті праця вимагає від людини не лише інтелектуальних зусиль, а й залучення емоційного ресурсу, перетворюючи її на носія унікального людського капіталу.

Оскільки в новій економіці результативність діяльності (особливо у сфері послуг) залежить від поведінкових чинників, нематеріальна праця стає головним джерелом вартості. Це підтверджує тезу про те, що «інтелектуальний капітал» і «живе знання» поступово витісняють матеріальні складники виробництва, стаючи основою сучасного прибутку.

Відстежується заміна експлуатації самоексплуатацією, що вимагає постійного навчання та підвищення кваліфікації, турботи про здоров'я та відпочинок, усвідомлення того, що основна виробнича сила базується на креативному саморозкритті людини з властивими їй здібностями, вміннями, талантами. Адже швидкоплинність інноваційно-інформаційних змін вимагає формування креативного працівника з орієнтацією на здобуття все нових знань, умінь, навиків. Готовність до навчання протягом життя спрямована на можливість швидкої зміни професії та видів діяльності. У цьому випадку А. Гоц розглядає усіх працівників як «індивідуальних підприємців», які повинні

керувати собою як підприємці фабриками. Вчений обґрунтовує своєрідні механізми виробництва самого себе крізь призму формування все нових компетенцій й заміни експлуатації самоексплуатацією. Своєрідне осмислення працівника-підприємця вимагає постійного навчання та підвищення кваліфікації, постійної турботи про медичне страхування, відтворення і підтримки себе на рівні нормального професійного та фізіологічного функціонування. Такий підхід продукує тип працівника незалежно від статусу й зайнятості, що постійно дбає про свою працездатність, відновлення робочої сили й усвідомлює себе крізь призму людського капіталу.

Підсумовуючи вищевикладене, можна констатувати, що сучасна трансформація суспільного буття призвела до формування інформаційно-мережевої економіки, яка замінила традиційні галузево-територіальні принципи організації глобально-мережевими взаємодіями. У цій новій реальності інформація та знання стають стратегічним ресурсом і головним джерелом додаткової вартості, що докорінно змінює природу праці та вимоги до людського капіталу.

Центральним аспектом цих зрушень є поява нового типу професійної ідентичності – «працівника-підприємця», який самостійно керує власним інтелектуальним потенціалом. Традиційна модель експлуатації поступається місцем свідомій самоексплуатації, що передбачає особисту відповідальність фахівця за безперервне навчання протягом життя, підтримку психофізіологічного здоров'я та розвиток креативних здібностей. Вартість кінцевого продукту чи послуги тепер залежить не від тривалості робочого часу, а від «живого знання», емоційної енергії та поведінкових компетенцій суб'єкта.

Таким чином, успішна самореалізація особистості в умовах цифрової глобалізації вимагає формування високого рівня особистісної та професійної культури. Ключовими чинниками конкурентоспроможності стають здатність до інноваційного саморозкриття, комунікативна мобільність та готовність до постійного оновлення власних знань і навичок, що перетворює людину на головну рушійну силу постіндустріального розвитку.

Список літератури:

1. Castells M. The Rise of the Network Society. 2nd ed. Oxford : Wiley-Blackwell, 2010. 656 p. 9. Marcuse H. One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society. Boston : Beacon Press, 1964. 260 p.

2. Трохим Т. Ковальчук. Глобальна інформаційно-мережева економіка: цивілізаційні перспективи. Актуальні проблеми економіки. 2013. №12 (150). С. 15–23.

3. Machlup F. The production and Distribution of knowledge in the United States. Printed in the United States of America by Princeton University Press , Princeton, New Jersey, 1962. 416 p.

4. Gorz A. L'immatériel. Connaissance, valeur et capital. Paris : Galilée, 2003. 158 p.

ПЛАТФОРМНА ЕКОНОМІКА ЯК ІННОВАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВЕДЕННЯ БІЗНЕСУ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Якушева Наталія Валентинівна

доктор філософії з підприємництва, торгівлі та біржової діяльності,
доцент кафедри бізнес-економіки та підприємництва,
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,
Київ, Україна

У сучасних умовах цифровізація виступає ключовим драйвером трансформації ринкових відносин, створюючи нові можливості для організації бізнесу та взаємодії між учасниками економіки. Одним із найбільш інноваційних підходів до ведення господарської діяльності є платформна економіка, яка замінює класичну лінійну модель від виробника до споживача на багатосторонню екосистему, де головною цінністю стає взаємодія між учасниками, а не сам продукт.

Платформна модель забезпечує інтеграцію різних категорій користувачів, оптимізацію ресурсів, ефективне масштабування бізнес-процесів та створення доданої вартості завдяки цифровим технологіям і мережевим ефектам. Вона стимулює прискорення інновацій, підвищує конкурентоспроможність компаній і сприяє їхній здатності адаптуватися до динамічного глобального економічного середовища.

Метою дослідження є комплексний аналіз основних характеристик платформної економіки, оцінка її впливу на трансформацію бізнес-моделей та визначення ролі у розвитку цифрової економіки, а також виявлення ключових переваг і викликів, пов'язаних із впровадженням даної моделі в сучасних ринкових умовах.

Платформна економіка є формою ведення бізнесу, що базується на функціонуванні цифрових платформ, які виступають посередниками у взаємодії між виробниками та споживачами й забезпечують суттєве скорочення транзакційних витрат. Її розвиток зумовлений поширенням інформаційних технологій, що стимулюють інноваційну діяльність, змінюють характер зайнятості та структуру ринку праці, а також формують ринкові умови [1].

Платформна економіка є прогресивною моделлю ведення бізнесу, яка кардинально відрізняється від традиційних лінійних структур господарювання. Вона базується на цифрових технологіях і створює багатосторонні екосистеми, у яких основним джерелом економічної цінності стає взаємодія між учасниками.

Основні характеристики платформної економіки сприяють ефективній координації учасників ринку, оптимізації ресурсів, масштабуванню бізнес-моделей, використанню даних як стратегічного активу, а також створюють передумови для глобальної експансії та інноваційного прогресу. Дослідження

цих рис дає змогу глибше зрозуміти механізми функціонування платформ і їхнє значення у розвитку сучасної цифрової економіки (таблиця 1).

Таблиця 1

Ключові характеристики платформної економіки як інноваційної моделі ведення бізнесу

<i>Характеристика</i>	<i>Пояснення</i>
<i>Цифрова інфраструктура</i>	Платформи виконують функцію посередників, створюючи єдине цифрове середовище для взаємодії різних категорій учасників: продавців, покупців і розробників.
<i>Мережевий ефект</i>	Цінність платформи зростає прямо пропорційно кількості користувачів: збільшення числа учасників робить платформу більш корисною для кожного нового користувача та сприяє швидкому масштабуванню бізнесу.
<i>Інноваційна модель створення цінності</i>	Платформи дозволяють підвищувати ефективність використання ресурсів, оптимізувати бізнес-процеси та стимулювати створення нових продуктів і послуг.
<i>Масштабованість та адаптивність</i>	Бізнес-моделі платформ легко масштабуються та оперативно пристосовуються до змін ринкових умов завдяки цифровим технологіям і партнерським екосистемам.
<i>Монетизація доступу</i>	Дохід формується через комісії, підписки або рекламу, надаючи користувачам доступ до ресурсів без передачі права власності на них.
<i>Глобальне охоплення та інтеграція</i>	Платформи дозволяють оперувати на міжнародних ринках, трансформуючи класичні бізнес-моделі та забезпечуючи взаємодію учасників у глобальному масштабі.
<i>Дані як стратегічний ресурс</i>	Платформи накопичують великі обсяги даних, що дозволяє персоналізувати пропозиції, прогнозувати попит і оптимізувати логістику та ціноутворення в режимі реального часу.
<i>Екосистемний підхід</i>	Вони формують інтегроване цифрове середовище для залучення незалежних розробників і партнерських структур (зокрема, Android, iOS), сприяючи масштабуванню інновацій.
<i>Практична реалізація</i>	Платформні рішення охоплюють широкий спектр сфер, включаючи електронну комерцію, транспортні сервіси, логістику, соціальні мережі та маркетплейси.

Джерело: складено автором на основі [1]

Платформна економіка трансформує соціально-економічні структури, водночас зумовлюючи необхідність переосмислення та адаптації інститутів соціальної держави до нових форматів зайнятості [2]. Вона радикально змінює ринкові взаємодії, впроваджуючи інноваційні механізми та нові моделі організації виробничих і споживчих процесів, і виступає визначальним фактором

трансформації сучасного економічного середовища. Використовуючи цифрові технології, платформні підприємці забезпечують продуктивну взаємодію учасників ринку, оптимізують розподіл ресурсів і формують додану вартість через ефекти масштабованої мережевої взаємодії [3].

Платформна модель ведення бізнесу є передовою формою організації господарської діяльності, яка спирається на цифрові платформи для полегшення взаємодії між різнорідними групами користувачів і створення нової економічної цінності. В умовах цифрової трансформації вона стимулює інновації, посилює конкурентні позиції компаній і стає ключовим фактором їхнього виживання, радикально перебудовуючи традиційні галузі [4, 5].

Модель господарювання на основі онлайн-платформ виступає ключовим механізмом прискореного розвитку цифрової економіки та забезпечує необхідну адаптивність підприємств у сучасному глобалізованому інтернет-просторі, що має ряд ключових переваг для бізнесу (рисунок 1).

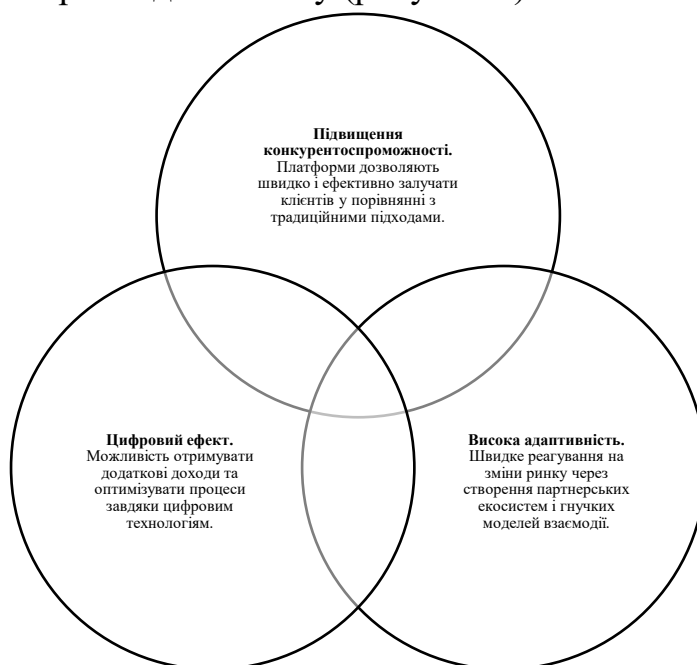


Рисунок 1. Ключові переваги платформної моделі ведення бізнесу
Джерело: розроблено автором на основі [4, 5]

Платформна економіка слугує ключовою основою швидкої трансформації цифрової економіки та є критичною для того, щоб підприємства могли ефективно адаптуватися до сучасного глобалізованого цифрового середовища [6].

Отже, платформна модель ведення бізнесу перетворює бізнес на відкриту систему, де конкуренція ведеться не за якість окремого продукту, а за зручність користування та масштаби екосистеми. У сучасному глобалізованому цифровому середовищі платформна економіка є однією з найбільш ефективних моделей організації бізнесу, здатною суттєво змінювати традиційні ринкові взаємодії. Вона трансформує схему від виробника до споживача у багатосторонню екосистему, де ключовим активом виступає взаємодія між користувачами та створення доданої вартості завдяки мережевим ефектам.

Платформна економіка забезпечує інтеграцію різноманітних груп учасників ринку, оптимізує розподіл ресурсів, сприяє швидкому масштабуванню бізнес-процесів та стимулює інноваційну активність. Водночас вона підвищує конкурентоспроможність компаній і дозволяє їм ефективно адаптуватися до умов динамічної цифрової економіки.

Хоча впровадження платформної економіки супроводжується низкою викликів, зокрема, у сфері регулювання, забезпечення соціальної відповідальності та рівних можливостей для учасників ринку, її переваги, серед яких висока гнучкість, здатність до швидкого масштабування та ефективне використання цифрових ресурсів, роблять платформну модель ключовим механізмом сучасного розвитку бізнесу та надійним фундаментом подальшої цифрової трансформації економіки.

Список літератури

1. Платформна зайнятість: зміст, специфіка і законодавчо-правове поле регулювання в Європейському Союзі та світі. Аналітично-рекомендаційні матеріали. Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України». Київ. 2024. <https://komspir.rada.gov.ua/uploads/documents/32131.pdf>

2. Khlivniuk, T. P. (2021). Платформна економіка як чинник модернізації соціальної держави. *Епістемологічні дослідження в філософії, соціальних і політичних науках*, 4 (1), 123-131. <https://doi.org/10.15421/342114>

3. Нестеренко, І. (2025). Платформна економіка як драйвер розвитку соціально-економічних систем підприємств [Електронний ресурс] / Ірина Нестеренко // Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку : зб. матеріалів X Міжнар. наук.-практ. конф., 28 берез. 2025 р. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана [та ін.] ; [оргком.: Рєпіна І. М. (голова) та ін.]. – Електрон. текст. дані. – Київ : КНЕУ, 2025. – С. 415–420.– Назва з титул. екрану. <https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/51162>

4. Чатченко, О.Є., Бубенець, І.Г. (2022). Трансформація моделі бізнесу в процесі цифровізації економіки України. *«Економіка. Менеджмент. Бізнес»*, 1-2 (39). <https://share.google/JcfJl1GOfnKBwIpg>

5. Кузьмук Ігор Ярославович, Осіпова Алла Анастасіївна, Вишнюк Віталій Володимирович. (2024). Адаптація бізнес-моделей до вимог цифрової економіки. *Академічні візії*. Випуск 32. <https://share.google/8fBdZ2cngt5Ja4Fjl>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: OPPORTUNITIES, THREATS, AND MITIGATION APPROACHES

Tsulaia Nino

Doctor of Education Sciences
Sokhumi State University, Tbilisi, Georgia

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative force in modern education, influencing teaching practices, learning processes, and institutional management. This article examines the opportunities, threats, and mitigation strategies associated with the integration of AI in educational environments. The paper begins with a brief historical overview of AI development, highlighting key milestones that have led to the emergence of contemporary generative AI systems. It then explores the major opportunities AI offers for education, including personalized learning, adaptive instruction, improved accessibility, more inclusive learning environments, and enhanced support for teachers through automated administrative and instructional tasks. Despite these advantages, the increasing use of AI also raises several concerns, including the potential weakening of students' critical thinking due to over-reliance on AI tools, challenges to academic integrity, the risk of widening educational inequalities through the digital divide, issues related to data privacy and security, algorithmic bias, reduced teacher autonomy, and the limitations of AI in addressing learners' social and emotional needs. To address these challenges, the article discusses a range of mitigation approaches, such as integrating AI literacy into curricula, adapting assessment strategies, strengthening digital infrastructure, establishing data governance frameworks, monitoring algorithmic fairness, and maintaining strong human oversight in educational decision-making. Ultimately, the paper concludes that AI should be implemented as a supportive tool that enhances, rather than replaces, human-centered teaching and learning processes.

Keywords: *Artificial Intelligence (AI), opportunities, threats, mitigation approaches*

Introduction

Artificial Intelligence (AI) has rapidly become one of the most transformative developments in modern education, reshaping traditional methods of teaching, learning, assessment, and administrative practice. Educators increasingly incorporate AI tools into classroom instruction, homework support, student evaluation, and administrative duties, fundamentally changing how education is designed and delivered.

The roots of AI as an academic discipline extend back to the mid-20th century. In 1950, British mathematician Alan Turing published *Computing Machinery and Intelligence*, introducing the concept of what later became known as the "Turing Test,"

a criterion for assessing whether a machine's behavior can be distinguished from that of a human in conversation (Turing, 1950). This work laid conceptual groundwork for thinking about machine intelligence long before the field of AI was formally defined.

Six years later, in 1956, a summer-long workshop at Dartmouth College in New Hampshire brought together researchers from mathematics, logic, and engineering with the explicit aim of exploring how machines could simulate human intelligence. It was at this event that John McCarthy coined the term "Artificial Intelligence," marking the official birth of AI as a distinct academic field (McCarthy et al., 2006). Early computers at the Dartmouth project demonstrated basic symbolic problem-solving, including tasks such as algebra problem-solving and simple language operations, fostering optimism about future capabilities.

The following two decades saw both progress and setbacks. In the 1960s, programs such as ELIZA - an early natural language processing system capable of simulating human-like conversation - showed that machines could engage with users using basic natural language patterns, foreshadowing later advances in conversational systems (Russell & Norvig, 2016; Weizenbaum, 1966). However, by the early 1970s, optimism had declined, and major funding reductions in the United Kingdom and the United States led to a period known as the "AI Winter," during which many research programs lost support due to unmet expectations (Haenlein & Kaplan, 2019; Russell & Norvig, 2016).

AI research gained renewed interest in the 1980s and accelerated significantly after 1990 as new approaches, such as machine learning, began to replace purely rule-based systems. A key milestone occurred in 1997 when IBM's Deep Blue defeated the reigning world chess champion, demonstrating the practical capabilities of AI in strategic tasks (Russell & Norvig, 2016). The explosive growth of the Internet and big data in the 2000s led to advances in speech recognition, translation, and image processing, and by the 2010s, deep learning had become the dominant technique for many AI applications. Deep learning systems achieved breakthroughs in image identification, natural language understanding, and complex gameplay (LeCun et al., 2015), laying the foundation for today's generative AI systems.

In the 2020s, artificial intelligence entered a new stage known as generative AI. Large language models trained on massive amounts of data have become able to produce clear and meaningful text, create original content, and help with many different tasks. One well-known example is ChatGPT, an advanced AI chatbot developed by OpenAI. ChatGPT is based on a series of models called Generative Pre-trained Transformers (GPT). It was released to the public in November 2022 and quickly became popular around the world as it can hold natural conversations, explain ideas, and support writing and learning activities (Önden & Alnour, 2023). Later versions, such as GPT-4 and GPT-5, further improved the system's abilities, enabling it to understand images as well as text, provide more accurate responses, and handle increasingly complex tasks. Currently, ChatGPT is applied across educational institutions, businesses, and numerous other sectors, reflecting the rapid advancement of artificial intelligence technology.

This progression from early theoretical ideas to widely accessible applications highlights the remarkable evolution of artificial intelligence. With AI now embedded in educational contexts, it is beginning to transform teaching practices, learning experiences, and the traditional responsibilities of educators and students.

Opportunities Artificial Intelligence brings to education

Artificial Intelligence (AI) offers new opportunities in education to enhance learning experiences, expand access to educational resources, and support both students and teachers. AI systems contribute to greater personalization, inclusivity, instructional quality, and efficiency in teaching and learning.

Personalized learning and adaptive instruction

One of the most significant opportunities AI brings to education is personalized learning. Traditional classrooms often rely on a one-size-fits-all model, which may not adequately address individual differences among learners. AI, however, enables teachers to provide learning experiences tailored to each student's interests, skills, and needs.

AI systems can adapt materials and tasks to a student's proficiency level, allowing learners to progress at their own pace. These systems analyze student performance data and adjust the difficulty level, content type, and instructional strategies accordingly (Gligorea et al., 2024). As a result, students who need additional support receive targeted practice and explanations, while advanced learners can move ahead without being held back by the pace of the whole class.

Furthermore, AI facilitates learning for diverse learning styles by selecting appropriate resources such as texts, videos, interactive simulations, or educational games. Teachers can use AI-generated analytics to design activities that address individual strengths and weaknesses. AI-based tools also track student progress and recommend suitable next steps, helping to create individualized study plans that guide learners on what to study next and which skills to prioritize (Fortuna et al., 2025).

Immediate feedback is another key advantage of AI-driven systems. Instead of waiting for teacher evaluation, students can receive instant responses, additional practice tasks, and alternative explanations when they encounter difficulties. This continuous feedback process supports self-regulated learning and helps students correct misunderstandings quickly. Overall, AI makes learning more flexible, responsive, and effective by ensuring that each student receives personalized support (Larasati et al., 2026).

Expanding access and promoting inclusion

Beyond personalization, AI plays a crucial role in expanding access to education on a global scale. AI-powered platforms, intelligent tutoring systems, and virtual learning assistants enable students to access educational resources anytime and from anywhere. This flexibility is particularly beneficial for learners in remote or disadvantaged regions, as well as for adult learners who may not be able to attend traditional classes (UNESCO, 2021).

AI also strengthens inclusivity for students with disabilities. Technologies such as speech-to-text, text-to-speech, automated subtitles, and screen-reading software allow learners with hearing, visual, or physical challenges to participate more fully in educational activities. By providing alternative modes of interaction and representation, AI helps reduce barriers to learning and promotes equal educational opportunities (Holmes et al., 2019; OpenAI, 2026).

In addition, AI reduces linguistic barriers through translation tools and speech-processing technologies. These tools support learners in understanding content in their native language and assist in developing foreign language skills. Consequently, a broader and more diverse group of students can engage with international educational resources and learning communities (Fitas, 2025; Vo, 2025).

AI further promotes equity by simplifying complex texts, generating summaries, and offering alternative formats of instructional materials. Such features support language learners and students with varying academic backgrounds, helping to ensure that more learners can successfully access and understand educational content.

Supporting teachers and reducing workload

AI not only benefits students but also provides valuable support for teachers. Educators' responsibilities extend far beyond classroom instruction and include lesson planning, material development, assessment, and differentiation. AI-supported tools can significantly reduce the time required for these tasks while maintaining, and sometimes enhancing, instructional quality (Luckin et al., 2016; Zawacki-Richter et al., 2019).

For example, AI can assist with lesson planning by generating structured lesson outlines that include learning objectives, varied activities, and assessment strategies. It can also produce differentiated materials tailored to diverse student needs, recommend resources based on skill level, adjust task difficulty, and provide illustrative examples. In this way, teachers can prepare more diverse and inclusive lessons in less time.

Assessment and feedback are among the most time-consuming aspects of teaching. Automated grading systems can speed up the evaluation of objective tasks, while AI tools can assist in analyzing student responses to open-ended questions and generating individualized, data-informed feedback. This allows teachers to focus more on interpreting results and supporting students rather than on mechanical grading processes (Zawacki-Richter et al., 2019).

Differentiating instruction, which often requires creating multiple versions of materials for different ability levels, can also be supported by AI. Systems can help adapt texts, tasks, and assessments to varying learning levels, making it easier for teachers to address diversity in the classroom without being overwhelmed by preparation demands.

Enhancing instructional quality and student engagement

AI contributes to the enrichment of instructional content and learning experiences. Teachers can use AI to generate a wide range of materials beyond traditional text, including diagrams, timelines, concept maps, narrated explanations, listening tasks,

and short educational videos. These varied resources help address different learning preferences and make lessons more engaging.

AI also enables the integration of authentic and meaningful resources into instruction. It can support the inclusion of real-life examples, interdisciplinary connections, and materials reflecting diverse cultural and social contexts. Through the creation of realistic case studies and simulated primary sources, AI helps connect academic knowledge to practical, real-world applications, thereby increasing relevance and student motivation (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016).

Moreover, AI supports interactive and student-centered learning. Teachers can use AI to develop discussion prompts, simulations, role-playing scenarios, and problem-solving activities that encourage critical thinking and active participation. These approaches shift the focus of learning from passive information reception to meaningful engagement with content (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016; OpenAI, 2026).

AI also enhances assessment practices by assisting in the creation of quizzes, project-based tasks, and rubrics aligned with instructional goals. AI-generated model answers and feedback can further guide students in understanding expectations and improving their performance.

Threats of artificial intelligence in education

The integration of artificial intelligence into educational settings offers substantial opportunities but also poses significant challenges. Key threats associated with AI in education include students' overreliance on technology, which can undermine critical thinking; risks to academic integrity and assessment validity; educational inequality and the digital divide; data privacy and security concerns; algorithmic bias and lack of fairness; reduced teacher autonomy; and limitations in addressing students' social and emotional needs.

One of the primary concerns associated with AI in education is the risk of students' over-reliance on technology, which may weaken their critical thinking and problem-solving abilities. When learners frequently depend on AI systems to generate answers, summaries, or solutions, they may have fewer opportunities to engage in independent reasoning and knowledge construction. As a result, essential cognitive skills such as analysis, creativity, and reflection may not develop sufficiently (Zhai et al., 2024).

Another major concern relates to academic integrity and the validity of assessment practices. AI systems capable of generating essays, assignments, or exam responses present new challenges for educators attempting to evaluate students' authentic work. The widespread availability of generative AI tools makes it increasingly difficult to distinguish between student-produced and AI-generated content, thereby complicating the accurate assessment of learners' knowledge and competencies (Cotton et al., 2024; Peterson, 2025).

Another important issue concerns educational inequality and the digital divide. Access to AI technologies and digital learning tools is not equally distributed across educational contexts. Students in well-resourced schools or from economically advantaged backgrounds are more likely to benefit from AI-supported learning

environments, while those in under-resourced institutions may lack access to the necessary technological infrastructure and digital skills. These disparities risk widening existing educational gaps and reinforcing social inequalities (OpenAI, 2026; Selwyn, 2024; Yan et al., 2023).

The increasing reliance on AI technologies also raises significant data privacy and security concerns. AI systems typically rely on the large-scale collection and analysis of student data, including personal information, learning behaviors, and academic performance. Without adequate safeguards, such data may be vulnerable to privacy violations, unauthorized access, or misuse (Kasneci et al., 2023; OpenAI, 2026; Yan et al., 2023).

Another challenge associated with AI in education is the potential for algorithmic bias and lack of fairness. AI systems are trained on large datasets that may contain cultural, linguistic, or social biases. Consequently, AI-generated recommendations, evaluations, or feedback may unintentionally disadvantage certain groups of students. For example, speech recognition technologies may struggle to accurately interpret regional accents or the speech patterns of second-language learners, potentially leading to inaccurate assessments of their abilities (Kasneci et al., 2023; OpenAI, 2026; Yan et al., 2023).

The growing use of AI technologies may also affect teacher autonomy. When educational decisions such as lesson planning, student assessment, or instructional recommendations are increasingly guided by algorithmic systems, teachers may feel that their professional judgment is constrained by automated processes (Yan et al., 2023).

Finally, AI systems have inherent limitations in addressing students' social and emotional needs. While AI technologies can analyze learning patterns and provide personalized feedback, they lack the capacity to fully understand emotions, motivation, and complex social interactions. Teaching, however, is not only a cognitive process but also a deeply social and emotional activity that depends on empathy, encouragement, and human connection (Holmes et al., 2019).

Mitigation Approaches to the Threats of Artificial Intelligence in Education

To reduce students' over-reliance on AI systems, educators should emphasize AI-supported rather than AI-substituted learning. AI tools should function as learning assistants that facilitate exploration, feedback, and reflection instead of replacing students' cognitive engagement. Instructional strategies such as problem-based learning, inquiry-based learning, and reflective assignments can encourage students to critically evaluate AI-generated outputs and explain their reasoning processes. In addition, integrating AI literacy and digital critical thinking skills into the curriculum can help students better understand the capabilities and limitations of AI technologies and promote their responsible use (Krause et al., 2025; OpenAI, 2026).

To preserve academic integrity in AI-enhanced learning environments, educational institutions need to adapt their assessment strategies to reflect the realities of AI-assisted learning. Traditional written assignments can be complemented with process-oriented assessments, such as project-based tasks, oral presentations, in-class

discussions, and reflective journals, which allow instructors to evaluate students' understanding and reasoning processes more effectively. Furthermore, institutions should establish clear policies and guidelines regarding the acceptable use of AI tools in academic work. Encouraging transparency in AI usage - for example, by requiring students to disclose and critically reflect on how AI tools contributed to their assignments - can promote ethical and responsible academic practices (Peterson, 2025; Slade et al., 2025; Yan et al., 2023).

Addressing inequality in access to AI technologies requires systemic and policy-level interventions aimed at promoting equitable access to digital resources. Governments and educational institutions should invest in digital infrastructure, provide affordable access to devices and internet connectivity, and support the development of digital literacy skills among both students and educators. Additionally, the use of open educational resources and accessible AI tools can help reduce disparities between different educational contexts and support more inclusive learning environments (Holmes et al., 2019; OpenAI, 2026; UNESCO, 2021).

To address data privacy and security concerns, educational institutions must establish robust data governance frameworks that regulate the collection, storage, and use of student data. Clear policies regarding data ownership, informed consent, and responsible data management are essential for protecting learners' personal information. Furthermore, implementing privacy-preserving technologies, such as data anonymization, encryption, and secure storage systems, can strengthen data protection in AI-supported educational environments (Holmes et al., 2019; OpenAI, 2026; UNESCO, 2021; Yan et al., 2023).

Mitigating algorithmic bias requires responsible AI design and continuous monitoring. Developers should ensure that AI models are trained on diverse and representative datasets, while institutions should conduct regular algorithmic audits to identify and correct potential biases. Importantly, AI systems should not operate without human oversight. Educators must remain actively involved in reviewing AI-generated assessments and recommendations to ensure fairness and pedagogical appropriateness (Holmes et al., 2019; OpenAI, 2026; UNESCO, 2021; Yan et al., 2023).

To maintain teacher autonomy in AI-supported classrooms, AI systems should be designed primarily as decision-support tools rather than decision-making authorities. Teachers should retain full control over instructional decisions and adapt AI-generated insights according to the specific needs of their students and classroom contexts. Providing teachers with professional development opportunities focused on AI literacy and pedagogical integration can empower them to use AI technologies effectively while maintaining their professional autonomy (Holmes et al., 2019; Luckin, 2018; Selwyn, 2019; UNESCO, 2021).

Finally, because AI systems cannot fully interpret human emotions or social dynamics, AI should be integrated into education in ways that complement rather than replace human interaction. Teachers should continue to play a central role in fostering supportive learning environments, encouraging collaboration, and addressing students' emotional well-being. Combining AI-supported learning tools with human mentoring

and collaborative learning activities can help preserve meaningful teacher-student relationships while still benefiting from technological innovation (UNESCO, 2021).

Conclusion

Artificial Intelligence is rapidly reshaping the educational landscape by introducing new possibilities for personalized learning, improved accessibility, and more efficient instructional practices. AI technologies can enhance the quality of education by supporting adaptive instruction, expanding access to learning resources, assisting teachers with time-consuming tasks, and enriching learning experiences through diverse and interactive materials. These developments highlight the significant potential of AI to make education more flexible, inclusive, and responsive to the diverse needs of learners.

At the same time, the integration of AI into education presents a number of complex challenges. Issues such as students' over-reliance on AI systems, threats to academic integrity, inequalities in technological access, concerns regarding data privacy, algorithmic bias, reduced teacher autonomy, and the limited capacity of AI to address social and emotional aspects of learning must be carefully considered. If these challenges remain unaddressed, they may undermine the educational benefits that AI technologies aim to provide.

For this reason, the responsible and balanced implementation of AI is essential. Educational institutions, policymakers, technology developers, and educators must collaborate to develop clear guidelines, ethical frameworks, and effective pedagogical strategies that support the safe and equitable use of AI in education. Emphasizing AI literacy, maintaining human oversight, ensuring fairness and data protection, and preserving meaningful teacher-student relationships are crucial components of this process.

Ultimately, artificial intelligence should not be viewed as a replacement for educators but as a powerful tool that complements human expertise. When integrated thoughtfully and responsibly, AI has the potential to enhance educational systems while preserving the fundamental human values that lie at the heart of teaching and learning.

Bibliography:

1. Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228-239.
2. Fitas, R. (2025). Inclusive education with AI: Supporting special needs and tackling language barriers. *AI and Ethics*, 5(6), 5729-5757.
3. Fortuna, A., Prasetya, F., Samala, A. D., Rawas, S., Criollo-C, S., Kaya, D., ... & Nabawi, R. A. (2025). Artificial intelligence in personalized learning: A global systematic review of current advancements and shaping future opportunities. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 102114.

4. Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A. T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive learning using artificial intelligence in e-learning: A literature review. *Education Sciences, 13*(12), 1216.
5. Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of Artificial Intelligence: On the past, present, and future of Artificial Intelligence. *California Management Review, 61*(4), 5-14.
6. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. United States of America: Center for Curriculum Redesign.
7. Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103*, 102274.
8. Krause, S., Dalvi, A., & Zaidi, S. K. (2025). Generative AI in education: *Student skills and lecturer roles*. *arXiv preprint arXiv:2504.19673*.
9. Larasati, S. P., Sukma, D., Karneli, Y., Fikri, M., Amat, M. A. C., & Rismi, R. (2026). AI-driven feedback and its impact on student motivation in online learning. *G-Couns: Jurnal Bimbingan dan Konseling, 10*(02), 1071-1088.
10. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature, 521*(7553), 436-444.
11. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. United States of America: Pearson.
12. McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI magazine, 27*(4), 12-14.
13. Önden, A., & Alnour, M. (2023). ChatGPT and OpenAI: A comprehensive bibliometric review. *Journal of Soft Computing and Decision Analytics, 1*(1), 254-264.
14. OpenAI. (2026). *ChatGPT* (March 28 version) [Large language model]. <https://chat.openai.com/>
15. Peterson, S. (2025). Addressing student use of generative AI in schools and universities through academic integrity reporting. *Frontiers in Education, 10*:1610836.
16. Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Pearson.
17. Selwyn, N. (2024). On the limits of artificial intelligence (AI) in education. *Nordisk Tidsskrift for Pedagogikk og Kritik, 10*(1), 3-14.
18. Slade, J. J., Byers, S. M., Becker-Blease, K. A., & Gurung, R. A. (2025). Navigating the new frontier: Recommendations to address the crisis and potential of AI in the classroom. *Teaching of Psychology, 52*(3), 254-261.
19. Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind 49*: 433-460.

20. UNESCO. (2021). *AI and Education: Guidance for Policy-makers*. France: UNESCO Publishing.
21. Vo, T. K. A. (2025). Transforming Language Learning with AI: Adaptive Systems, Engagement, and Global Impact. *Engineering Proceedings*, 107(1), 7.
22. Weizenbaum, J. (1966). ELIZA - a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45.
23. Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez Maldonado, R., Chen, G., & Gašević, D. (2023). Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 90-112.
24. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.
25. Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 28.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ДІЯЛЬНОСТІ ВИКЛАДАЧА ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ

Бердник Богдан Іванович

учитель технологій Бориспільського академічного ліцею імені Анатолія Федорчука, здобувач вищої освіти ПВШ-24-Г1 кафедри педагогіки, адміністрування, спеціальної освіти та соціальної роботи ДЗВО «Університет менеджменту освіти» Навчально-науковий інститут менеджменту та психології НАПН України

Науковий керівник:

Рожнова Тетяна Євгенівна,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки, адміністрування, спеціальної освіти та соціальної роботи ДЗВО «Університет менеджменту освіти» Навчально-науковий інститут менеджменту та психології НАПН України

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується активними процесами інформатизації, що охоплюють усі сфери життєдіяльності людини, зокрема й освіту. Формування інформаційного суспільства зумовлює підвищення вимог до якості вищої освіти та визначає необхідність впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітній процес закладів вищої освіти .

Інформатизація освіти передбачає створення умов для ефективного використання сучасних інформаційних ресурсів, автоматизації освітніх процесів, підвищення доступності знань та інтеграції національної освіти до світового освітнього простору. У цьому контексті ІКТ виступають важливим інструментом модернізації освітнього середовища та підвищення ефективності професійної діяльності викладача.

Поняття «інформаційно-комунікаційні технології» трактується як сукупність методів, засобів і програмно-технічних ресурсів, спрямованих на збирання, обробку, зберігання, передачу та використання інформації в освітньому процесі. ІКТ забезпечують нові можливості організації навчання, зокрема індивідуалізацію, диференціацію та інтерактивність освітньої діяльності .

Використання ІКТ у діяльності викладача закладу вищої освіти сприяє інтенсифікації навчального процесу, підвищенню його ефективності та якості. Зокрема, ІКТ дозволяють:

- підвищити пізнавальну активність здобувачів освіти;
- забезпечити оперативний контроль та оцінювання навчальних досягнень;
- розширити можливості самостійної роботи студентів;
- реалізувати індивідуальний підхід до навчання;
- підвищити мотивацію до навчальної діяльності.

Суттєвою перевагою ІКТ є можливість використання мультимедійних засобів, електронних освітніх ресурсів, систем управління навчанням (LMS), а також мережевих технологій, що забезпечують комунікацію між учасниками освітнього процесу. Це дозволяє створювати інтерактивне освітнє середовище та забезпечувати гнучкість навчання.

Разом з тим ефективність використання ІКТ значною мірою залежить від рівня сформованості інформаційно-комунікаційної компетентності викладача. Сучасний викладач має володіти не лише базовими цифровими навичками, але й умінням інтегрувати ІКТ у навчальний процес відповідно до дидактичних цілей.

Важливим аспектом є також поєднання традиційних та інноваційних методів навчання. ІКТ не замінюють викладача, а виступають засобом підвищення ефективності його діяльності, сприяючи оновленню форм і методів навчання.

Отже, інформаційно-комунікаційні технології є невід'ємною складовою сучасного освітнього процесу у закладах вищої освіти. Їх використання забезпечує підвищення якості освіти, сприяє розвитку професійної компетентності майбутніх фахівців та відповідає вимогам інформаційного суспільства.

Список літератури:

1. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти. Київ : Атіка, 2009.
2. Морзе Н. В. Інформаційні технології навчання. Київ : Курс, 2003.
3. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Житомир, 2013.
4. Закон України «Про вищу освіту». 2014.
5. Anderson J. ICT transforming education: A regional guide. UNESCO, 2010.

ДІАГНОСТИКА СТАНУ СФОРМОВАНOSTІ ОСОБИСТІСНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ ЮРИСТІВ

Бовгиря Дмитро Дмитрович,
аспірант кафедри іншомовної освіти та міжкультурної комунікації
Хмельницький національний університет, Україна

В умовах глобальних трансформацій оновлена стратегія освіти базується на антропоцентричному підході, де навчання інтерпретується як процес інкультурації – безперервного та органічного входження людини в культурний простір, що визначає її спосіб існування в сучасному світі. Це досягається не лише через трансляцію знань, а й через рефлексивне осмислення соціальних взаємодій, засвоєння етичних імперативів та формування індивідуального стилю життєздійснення.

У цьому контексті важливого значення набуває формування особистісної культури майбутнього правника засобами акмеологічного підходу як складний, багатогранний процес, що виходить далеко за межі простого вивчення кодексів та законів. Специфіка становлення особистісної культури майбутнього правника нині тісно пов'язана з розвитком гуманітарної освіти, яка постає як цілісний акмеологічний простір особистісно-професійного зростання. Так, на думку О. Цуркан, гуманітарна освіта нині «здійснюється в інтересах особистості, суспільства, держави і постає як «одвічна і універсальна цінність», а її зміст є розвитку вищої юридичної освіти; це творчий процес, який включає етапи формування як усвідомленого, так і латентного гуманістичного мислення, здібності до самопізнання (рефлексії) з опорою на особистісні знання студента» [1, с. 268-272]. Тобто, гуманітарна складова юридичної освіти виконує акмеологічну функцію детермінації ціннісно-сміслових орієнтацій майбутнього правника, забезпечуючи становлення правової свідомості, морально-етичної зрілості, рефлексивності та відповідальності як ключових інваріантів його професійної культури.

Аналітичний огляд філософсько-культурологічних, педагогічних та правознавчих напрацювань вітчизняних і зарубіжних досліджень дав можливість визначити формування особистісної культури майбутніх юристів як вагомий чинник їхньої професіоналізації й поставити акценти на особливій ролі гуманітарних дисциплін, гуманістичних цінностей, творчому підході до вирішення правових колізій, а також обґрунтувати її компоненти, критерії, показники та рівні сформованості.

З метою забезпечення ефективності освітньої підготовки майбутніх правознавчих працівників у юридичних закладах вищої освіти, виникає необхідність як теоретичного обґрунтування, так і проведення експериментальної перевірки педагогічних умов. Саме результативність впровадження останніх обумовлює можливість верифікувати авторську методика, підтвердити її практичну значущість та об'єктивність отриманих

даних. У зв'язку з цим визначальну роль відіграє вибір методів наукового пошуку, серед яких особливого значення набуває педагогічний експеримент.

Зокрема, важливим для дослідження особливостей підготовки майбутніх юристів є підхід С. Сисоевої, на думку якої, педагогічний експеримент постає комплексним методом, який поєднує спостереження, бесіди, тестування, анкетування в єдину систему перевірки гіпотези [2]. Таке трактування передбачає не тільки фіксацію поточного стану досліджуваного об'єкта, але й забезпечення активних змін шляхом впровадження інноваційних методів навчання. У розумінні вітчизняної вченої, експеримент виступає вагомим інструментом виявлення закономірностей розвитку творчої особистості, що корелює з основною метою формування особистісної культури.

Разом з тим, В. Кушнір у своїй монографії «Системна парадигма педагогічної освіти» акцентує увагу на системності та динамічності педагогічного експерименту, який постає як «цілісна динамічна система, що передбачає науково обґрунтоване втручання в освітній процес» [3, с. 128]. У даному контексті підкреслюється необхідність суворого дотримання послідовності всіх етапів, а саме: від констатації стану об'єкта до його цілеспрямованого формування та порівняльного аналізу результатів. Вищезазначена поетапність сприяє контролю та забезпечення об'єктивності результатів під час перевірки реалізації педагогічних умов. Це дає нам підстави розглядати процес формування особистісної культури майбутніх юристів як керовану систему, результативність якої перебуває в залежності від впровадження визначених та обґрунтованих нами педагогічних умов. У цьому контексті виникає необхідність висвітлення організації проведення педагогічного експерименту та аналізу його основних етапів (констатувального, формувального та контрольного).

Так, на констатувальному етапі педагогічного експерименту було діагностовано вихідний рівень особистісної культури студентів першого року навчання правничих закладів вищої освіти. Для цього використано комплексний інструментарій: анкетування, психолого-педагогічні методики, написання творчих есе, а також оцінку початкового рівня знань через тести, термінологічні опитування засвоєння фахового тезауруса іноземною мовою та розв'язання різнорівневих професійно-орієнтованих завдань.

У зв'язку з цим виникала необхідність вирішення наступних завдань: визначити систему критеріїв та показників, що характеризують рівні особистісної культури студентів; обґрунтувати вибір діагностичного інструментарію; емпірично перевірити стан сформованості особистісної культури майбутніх юристів за когнітивним, аксіологічним та діяльнісним компонентами. Разом з тим, вибрано експериментальну базу дослідження, визначено склад учасників та обґрунтовано використання методів (структурування і узагальнення, математичної статистики) для оцінювання рівня сформованості особистісної культури майбутніх юристів.

На констатувальному етапі діагностування стану сформованості особистісної культури студентів-правників закладів вищої освіти було застосовано

інструментарій авторського анкетування на тему «Особистісна культура юриста у контексті майбутньої професійної діяльності».

Опитування засвідчило низьку обізнаність майбутніх фахівців із проблематикою особистісної культури, особистісної культури майбутніх юристів та усвідомлення її ролі у професійній діяльності, що актуалізує потребу в додатковому роз'ясненні окреслених феноменів. Так, 72,8% респондентів не змогли надати правильну відповідь на запитання: «Чи розумієте, що означає поняття «особистісна культура»?», «Чи розрізняєте поняття «культура», «особистісна культура» та «професійна культура»? та «Як Ви розумієте поняття «особистісна культура майбутніх юристів»? Втім, попри певну складність терміна «особистісна культура», 12,96% здобувачів вищої освіти надали відповіді, що є наближеними до змістовно правильних. Адже, ключовим позитивним аспектом є те, що студенти не обмежують розуміння культури лише зовнішнім виконанням правових кодексів, а ідентифікують її через систему внутрішніх моральних переконань. Зокрема, в анкетах простежується чітка кореляція між рівнем особистісної культури та етичними принципами, якими керується індивід у професійній та повсякденній діяльності.

Варто зауважити, що для 9% майбутніх юристів характерне вузьконормативне розуміння особистісної культури. Вони не вбачають суттєвих відмінностей між загальнолюдськими цінностями та фаховими стандартами, зводячи зміст особистісної культури до виконання професійного обов'язку. Для цієї групи категорія особистісної культури юриста вичерпується дотриманням вимог верховенства права, що свідчить про недостатній рівень усвідомлення її гуманістичної складової. Разом з тим, незначна частка респондентів (5,24%) виявила абстрагування від зазначеної проблематики, зазначивши, що раніше не зверталася до роздумів над питаннями особистісної культури, а тому не змогла надати правильну відповідь.

Натомість, на питання «Чи відповідає майбутня професія юриста Вашим особистісним інтересам та бажанням? – 98,32% студентів відповіли позитивно. І водночас, 99,21% відповіли «так» на запитання «Чи бажаєте Ви розібратися з питаннями формування особистісної культури юриста?»

Результати констатувального дослідження виявили недостатній рівень сформованості особистісної культури майбутніх юристів. Аналіз початкових даних підтвердив необхідність корекції підготовки правників задля акцентування уваги на їхньому особистісно-культурному становленні. Це вимагає оновлення освітньої моделі та оптимізації навчання крізь призму імплементації педагогічних умов, що ґрунтуються на засадах акмеологічного підходу.

Перегляд змісту навчально-методичного забезпечення та використання авторських розробок спрямовані на сприяння якісної трансформації освітнього процесу в закладах вищої освіти юридичного профілю. Особлива увага приділятиметься поєднанню гуманітарної складової з новими методичними підходами, що стимулює прагнення до професійного акме (вершини), зміцнює психологічну стійкість та розвиває високу комунікативну культуру. У результаті

це створює умови для якісного зростання показників особистісної культури студентів, готуючи не технічних виконавців правових норм, а професіоналів, здатних бути справжніми носіями правової культури в суспільстві.

Список літератури:

1. Цуркан О. В., Бойченко С. В. Особливості професійного становлення майбутніх юристів в Україні. *Сучасні тенденції розвитку законодавства України в контексті проведення державних реформ : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Чернівці, 04 берез. 2021 р.) / відп. ред. Т. А. Латковська; МОН України, Чернівець. юрид. ін-т Нац. ун-ту «Одес. юрид. акад.». Чернівці, 2021. С. 268–272.

2. Сисоєва С. О. Педагогічний експеримент у структурі наукового дослідження. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2011. Вип. 2. С. 7–14.

3. Кушнір В. А. Системна парадигма педагогічної освіти : монографія. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2003. 464 с.

РАНКОВА ФІЗИЧНА ЗАРЯДКА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ДИСЦИПЛІНУ КУРСАНТА

Гончар Ліана Геннадіївна

Харківський національний університет внутрішніх справ
курсант, рядовий поліції

У системі військової освіти, де від особистості вимагається не лише фундаментальна теоретична підготовка та опанування складних технічних засобів ведення сучасного бою, а й здатність витримувати колосальні фізичні та психоемоційні навантаження, що часто межують із межами людських можливостей, питання організації повсякденного побуту та виховання глибинної внутрішньої дисципліни набуває ознак фундаментального, системоутворювального чинника професійної придатності майбутнього офіцера. Сучасна військова наука дедалі більше відходить від спрощеного розуміння дисципліни лише як сукупності зовнішніх обмежень і покарань за їх порушення, натомість акцентуючи увагу на формуванні внутрішньої самоорганізації, відповідальності та здатності до вольової саморегуляції в екстремальних умовах. Саме в цьому контексті ранкова фізична зарядка постає не просто гігієнічною процедурою, спрямованою на ліквідацію залишкового сну та пасивне «розбудження» організму, і не лише формальною руховою активністю, що виконується з метою виконання нормативів фізичної підготовки. Вона трансформується у базовий, архетипічний ритуал, що структурує часовий континуум навчального дня курсанта, задає йому чітку ритміку та визначає вектор подальшої діяльності. Цей ритуал, повторюваний щоденно, створює своєрідний «дисциплінарний каркас», на який нанизуються всі інші форми навчальної, службової та побутової активності.

Вплив ранкової зарядки на формування та підтримання дисципліни курсанта доцільно розглядати у двох нерозривно взаємопов'язаних, але аналітично відмінних площинах: екстернальній (зовнішній) та інтернальній (внутрішній). Зовнішня площина виражається у формуванні чіткого, непохитного дотримання розпорядку дня, який у військовому закладі освіти є не просто рекомендаційним документом, а законом життєдіяльності всього колективу. Жорстка регламентація часу підйому, шиккування, виходу на зарядку та її завершення виховує у курсанта пунктуальність як рису характеру, здатність синхронізувати власні дії з діями підрозділу та беззаперечну готовність до виконання команд. Крім того, сам процес виконання зарядки в строю, де кожен рух має бути узгоджений із загальним ритмом, формує навички колективної взаємодії та відповідальності не лише за себе, а й за загальний вигляд та дії підрозділу, що є наріжним каменем військової дисципліни. Внутрішня ж площина виявляється у формуванні фундаментальних вольових якостей: здатності долати природне фізіологічне опиратися ранковому підйому, мобілізувати власні ресурси попри втому чи небажання, концентрувати увагу на виконанні фізичних вправ та підтримувати заданий темп навіть тоді, коли внутрішній стан спонукає до

зупинки чи зниження інтенсивності. Це щоденне подолання себе, часто непомітне зовні, формує стійку звичку до самоорганізації, розвиває стресостійкість, адже курсант вчиться функціонувати в умовах контрольованого стресу, який моделюється фізичним навантаженням. З часом ця здатність переноситься на вирішення службових та навчальних завдань, коли необхідно діяти чітко та ефективно, незважаючи на несприятливі зовнішні чинники.

Саме цей глибинний синтез фізичного (тілесного) та морально-вольового (духовного) компонентів робить ранкову зарядку унікальним, багатофункціональним педагогічним інструментом, ефективність якого важко переоцінити. На відміну від інших форм фізичного виховання, які можуть бути спрямовані переважно на розвиток окремих фізичних якостей або засвоєння прикладних навичок, ранкова зарядка працює одночасно на кількох рівнях: на рівні фізіології (запускаючи обмінні процеси, активуючи нервову систему, готуючи опорно-руховий апарат до денних навантажень), на рівні психіки (формує емоційну стабільність, знижуючи рівень ранкової тривожності, створюючи позитивний настрій), на рівні соціальної взаємодії (інтегруючи курсанта в колектив, виробляючи єдині стандарти поведінки) та на рівні особистісного розвитку (виховуючи дисциплінованість, відповідальність, цілеспрямованість). Така комплексність впливу пояснює, чому в жодному закладі військової освіти ранкова зарядка не розглядається як другорядний або факультативний елемент; навпаки, вона є обов'язковим і найбільш стабільним компонентом розпорядку дня, що задає тон усьому навчально-виховному процесу та закладає фундамент професійної надійності майбутнього офіцера [1-4].

Актуальність дослідження цього феномену значно загострюється в умовах сучасних викликів. Як слушно зазначають Багас О.П., Ніколаєнко К.Р. та Глівінська Л.О. [1], фізичне виховання курсантів-прикордонників під час війни набуває особливого значення, оскільки саме високий рівень фізичної підготовленості стає запорукою виконання бойових завдань. Аналізуючи їхню роботу, варто підкреслити думку про те, що в умовах хронічного стресу та високої невизначеності ранкова зарядка виконує функцію «якоря стабільності». Вона структурує час, дозволяючи психіці курсанта перейти від стану спокою до режиму високої готовності, що є критично важливим для підтримання військової дисципліни в цілому. На мою думку, автори слушно акцентують увагу на тому, що регулярне виконання фізичних вправ на початку дня формує у курсанта своєрідний «дисциплінарний імунітет», коли дотримання правил перестає бути зовнішнім примусом і перетворюється на внутрішню потребу.

Розвиваючи цю тезу, важливо звернутися до кількісних показників, що підтверджують позитивний вплив систематичної рухової активності на загальний стан курсантів. У дослідженні Пронтенка К., Бондар Н.В., Пліска В.І. та інших [2], присвяченому динаміці показників добової рухової активності курсантів, виявлено пряму кореляцію між рівнем фізичного навантаження та здатністю до саморегуляції. Проаналізувавши цей матеріал, можна зробити важливий висновок: ранкова зарядка, як обов'язковий структурований

компонент рухового режиму, забезпечує необхідний базовий рівень активності, який запускає метаболічні та нейрогуморальні процеси, що сприяють підвищенню когнітивної витривалості. Власне, дисципліна курсанта значною мірою залежить від його здатності тривалий час утримувати увагу та контролювати власні емоції – навичок, які тренуються разом із серцево-судинною системою під час ранкового бігу чи інтенсивних вправ. Тому варто розглядати ранкову зарядку не як ізольований захід, а як ключовий елемент системи, що оптимізує добову структуру активності.

Особливої уваги заслуговує питання вибору засобів фізичного виховання, зокрема такого універсального інструменту, як оздоровчий біг. У роботі Шинкарука В.В., Рефеля В.В. та Гіщака О.І. [3] наголошується, що оздоровчий біг є специфічним засобом тренувального впливу, який важко замінити іншими вправами, і він є найпростішим видом циклічних навантажень. Це твердження є надзвичайно важливим для розуміння дисциплінарного потенціалу ранкової зарядки. Саме монотонність та циклічність бігу, які часто сприймаються недосвідченими курсантами як нудьга, насправді є потужним тренінгом волі. Долати власну втому, підтримувати заданий темп, не зважаючи на суб'єктивні відчуття – ці навички, що формуються під час ранкового кросу, безпосередньо проектується на здатність курсанта витримувати сувору військову дисципліну протягом дня. Я вважаю, що інтеграція саме бігових вправ із чітким контролем часу та темпу у структуру ранкової зарядки є одним із найбільш ефективних методів виховання самоорганізації, оскільки курсант вчиться керувати собою в умовах прогресуючого фізичного стресу.

Однак ефективність ранкової зарядки як дисциплінарного чинника залежить не лише від її регулярності, але й від інтенсивності та змістовного наповнення. Дослідження Ягодзінського В.П., Балдецького А.А., Барковського Д.О. та інших [4], присвячене впливу інтенсивного функціонального тренування на фізичний стан курсантів, демонструє, що високоінтенсивні навантаження призводять до значного покращення показників фізичної підготовленості. Проте, аналізуючи цю роботу у контексті ранкової зарядки, важливо звернути увагу на необхідність дозування навантажень. З одного боку, інтенсивне функціональне тренування вранці сприяє швидкому «розбуду» нервової системи та викиду ендорфінів, що підвищує настрій та загальний тонус, а отже, і схильність до дотримання дисциплінарних норм. З іншого боку, надмірне навантаження без належного відновлення може призвести до кумулятивної втоми, що негативно впливає на мотивацію та здатність до вольового контролю в другій половині дня. Отже, ключовим аспектом, на якому варто наголосити, є не просто факт проведення зарядки, а її науково обґрунтоване планування, де інтенсивність чергується з відновлювальними вправами, що сприяє формуванню усвідомленого ставлення до власного тіла та його ресурсів – невід'ємної риси дисциплінованого військового фахівця.

Узагальнюючи аналіз представлених джерел [1; 2; 3; 4] та інтегруючи власні спостереження, можна стверджувати, що ранкова фізична зарядка є значно складнішим явищем, аніж суто фізична активність. Вона виступає як

системоутворювальний елемент розпорядку дня курсанта, що безпосередньо впливає на формування дисциплінованості через декілька механізмів. По-перше, через жорстку регламентацію часу, що виховує пунктуальність та звичку до порядку. По-друге, через подолання фізичного навантаження, що гартує волю та розвиває здатність виконувати завдання незалежно від внутрішнього стану. По-третє, через колективний характер виконання вправ, що формує навички взаємодії та відповідальності перед підрозділом, адже дисципліна одного курсанта безпосередньо впливає на дисципліну всього колективу.

Таким чином, ранкова зарядка у закладах військової освіти має розглядатися не як другорядний елемент фізичної підготовки, а як пріоритетний педагогічний захід, що закладає основу професійної надійності майбутнього офіцера. Подальші наукові розвідки мають бути спрямовані на пошук оптимальних моделей поєднання різних видів фізичної активності (циклічних, функціональних, ігрових) у структурі ранкової зарядки з метою максимізації її позитивного впливу як на фізичний стан, так і на формування стійких дисциплінарних навичок курсантів. Ігнорування цього зв'язку знижує ефективність усієї системи професійної підготовки, перетворюючи важливий ритуал на формальну, а отже, демотивуючу процедуру.

Список літератури

1. Багас О.П., Ніколаєнко К.Р., Глівінська Л.О. Вплив та важливість фізичного виховання курсантів прикордонників під час війни. Ніжин; Наукові записки: серія «Психолого-педагогічні науки». 2024. URL: <https://lkr.ndu.edu.ua/index.php/nz/article/view/1233> (дата звернення: 27.03.2026)
2. Пронтенко К., Бонд я Н.В., Пліско В.І. та ін. Dynamics of indicators of cadets' daily motor activity in different training years. *Pol Merkur Lekarski*, 2024. с. 11 URL: <https://eprints.zu.edu.ua/41366/1/st.pdf> (дата звернення: 27.03.2026)
3. Шинкарук В.В., Рефель В.В., Гіщак О.І. Оздоровчий біг у процесі фізичного виховання курсантів. *Khmelnyskyi; physical culture and sport: scientific perspective*; № 2. 2024. С. 20-25. DOI: 10.31891/pcs.2024.2.3. URL: <https://pcs.khmnu.edu.ua/index.php/pcs/article/view/227> (дата звернення: 27.03.2026)
4. Ягодзінський В.П., Балдецький А.А., Барковський Д.О. та ін. Вплив інтенсивного функціонального тренування на показники фізичного стану курсантів. Київ; Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія 15. 2022. С. 156-160. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/39202> (дата звернення: 27.03.2026)

НАУКОВІ ДИДАКТИЧНІ КАЗКИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСВОЄННЯ СУТНОСТІ ТРИГІБРИДНОГО СХРЕЩУВАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З ГЕНЕТИКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ КОРЕКЦІЙНИХ ПЕДАГОГІВ

Золотарьова Тетяна Вікторівна,

кандидат педагогічних наук,
старший викладач кафедри педагогіки,
спеціальної освіти та менеджменту

Комунальний заклад Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної
освіти

Генетика є однією з найважливіших базових навчальних дисциплін у системі підготовки корекційних педагогів. Проте у здобувачів вищої педагогічної освіти першого рівня під час вивчення кожної теми зустрічаються труднощі та помилки, які, на жаль, не завжди легко долати стандартними засобами та методами освіти. Наприклад, у процесі опанування тригібридного схрещування майбутнім бакалаврам складно дається розв'язування типових задач, тому студенти припускаються таких помилок:

- 1) під час аналізу умови задачі та її розв'язування не застосовують усіх необхідних теоретичних знань;
- 2) неправильно визначають кількість гамет особини;
- 3) вказують не всі можливі типи гамет, які дає організм;
- 4) не записують в алфавітному порядку буквені позначення алельних генів у складних гаметах і в генотипах нащадків;
- 5) у гамету переносять не один, а обидва алелі з пари;
- 6) в деяких гаметах вказують не всі гени (у такому випадку в записі гамети присутні не три гени, а два чи один);
- 7) неправильно розподіляють гамети по клітинках решітки Пеннета;
- 8) під час поєднання двох батьківських гамет в один організм нащадка замість домінантних генів, які є в гаметі, записують рецесивні гени до генотипу нащадка або замість рецесивних генів, які є в гаметі, записують домінантні гени до генотипу нащадка;
- 9) не вказують фенотип відповідно до генотипу особини;
- 10) неправильно визначають співвідношення генотипів та фенотипів у нащадків, якщо спостерігається розщеплення за генотипом і фенотипом;
- 11) виявляють у батьківських форм та нащадків не всі варіанти генотипів, які не є принциповими для прояву фенотипу, якщо в умові задачі або в процесі її розв'язування використовується фенотиповий радикал.

Робота з науковими дидактичними казками підвищує ефективність засвоєння матеріалу з генетики, в тому числі сутності тригібридного схрещування, усуваючи зазначені недоліки. Щоб створити якісну наукову казку, майбутнім

корекційним педагогам необхідно кілька разів перечитати та проаналізувати різноманітну наукову літературу, деяку текстову інформацію перетворити на схеми, таблиці та малюнки, підібрати вдалі аналогії та метафори до наукової термінології та сутності процесів, обдумати елементи та структуру казки у відповідності до змісту навчального матеріалу. Складаючи наукову дидактичну казку, студенти глибше аналізують зміст генетичної задачі; шукають додаткову теоретичну інформацію про генотипи, фенотипи й умови існування особин; уважніше ставляться до визначення кількості та типів гамет кожної особини, до запису генів у гаметах і в генотипах нащадків; охайніше оформлюють схеми схрещування особин; усвідомлюють, що від точного визначення генотипів і фенотипів організмів, про які йдеться в задачі, та взаємозв'язків між ними залежить своєрідність чарівного світу, персонажів, чарівних речей і сюжету казки. Отже, створення наукових дидактичних казок допомагає майбутнім бакалаврам сприймати задачу не як сторонній об'єкт, якого слід якомога швидше позбутися («розв'язав і забув»), а як матеріал для творчості, глибокого особистого наукового міжпредметного дослідження, яке хочеться здійснити якісно, з користю для власного саморозвитку та продовжити за першої ж можливості, а отриману інформацію та способи роботи з нею включити до системи своїх знань і вмінь. Такий ґрунтовний підхід до опанування програми з генетики запобігає більшості труднощів і практично не залишає студенту можливості припускатися помилок.

Пропонуємо власну казку про тригібридне схрещування, складену за принципом побудови українських народних казок.

Як Іван урятував царство від триголового змія

В одному царстві триголовий змій почав нападати на людей та їсти їх. І що вже не робили, а ворог не відступає. Небезпечним і безрадіним стало життя! Цар видав указ, в якому пропонувався мішок золота тому, хто вижене лиходія за межі держави. Але жоден лицар не зміг перемогти триголового чудовиська.

Одного разу через це царство проходив у своїх справах сміливий парубок Іван і попросився переночувати до самотньої бабусі. Старенька розповіла хлопцеві про змія та царський указ, адже юнак запитав, чому всі люди такі зажурені.

– Сумна історія. – Сказав Іван. – Але в мене є спосіб зарадити вашому горю і побороти монстра! Де він живе?

– Його палац стоїть на найвищій горі у найтемнішому та найгустішому лісі.

Вранці хлопець попрямував до змієвого маєтку, а коли прийшов, то постукав у ворота і гукнув:

– Чи є хто вдома?

Змій відчинив і прогарчав:

– Ти хочеш битися чи миритися?

– Битися вже не модно. – Спокійно відповів легінь. – Кулаками тепер нічого не вирішують. Необхідно вміти домовлятися, знаходити компроміс. Я прийшов просити тебе, щоб ти припинив пожирати людей у цьому царстві.

– Чим же я буду харчуватися?

– А худоба навіщо? Заведи собі корів, свиней, кіз, овечок, кролів, курей, гусей, індиків скільки потрібно та їж на здоров'я!

– Хто ж за ними доглядатиме? Слуг у мене немає, нікому не хочеться працювати на мене... Тому я житиму тут, поки всіх не поковтаю.

– Ні, змію, так не годиться! Поміркуймо разом, що можна зробити, щоб і ти був ситий, і люди живі.

Чудовисько вирішило дати хлопцеві таке завдання, яке б він не виконав:

– Я випущу з лука стрілу, куди тільки сам захочу. Як відшукаєш та принесеш її протягом року, то я більше не поїдатиму людей у цій державі. А як не знайдеш стрілу чи запізнишся хоча б на один день, то я сам тебе звідкіль хочеш дістану і першого згамаю.

– Добре. – Погодився Йван.

Змій спустив тятину і побачив, що його стріла полетіла за обрій і встромилася в землю біля куща помідорів у селянина, який мешкає на краю царства. Парубок, звичайно, і гадки не мав, куди влучив ворог, тільки помітив, у якому напрямку він поцілив.

Пішов Іван розшукувати стрілу. Довго блукав юнак. Уже майже всі поля, степи та ліси в царстві обнишпорив. Одного разу ніч застала хлопця в лісі, й Іван примостився на старому розлозі дубі. Чи спав, чи не спав парубок, а наснилося йому, що стріла лежить на угіддях селянина, який проживає біля самого кордону з сусідньою державою. Туди легінь і попрямував.

Минуло чимало днів у дорозі. Нарешті перед хлопцем відкрилося величезне поле помідорів, яке він бачив уві сні. Юнак почав шукати стрілу на цій плантації. Він неквапливо пересувався вздовж рядків та старанно вдивлявся в переплетіння гілок. Скоро в парубка зарябіло в очах від строкатих плодів та яскраво-зеленого листя.

– Що ж ти витоптуєш мої помідори?! – Почув юнак позаду себе обурений чоловічий голос. Хлопець повернувся і побачив господаря поля.

– Я ходив обережно і на жодну рослину не наступив. Мені необхідно відшукати стрілу, яку звелів принести змію. Якщо я зроблю це вчасно, то він перестане їсти людей у вашій державі. – Пояснив Іван.

– Хочеш, я допоможу тобі шукати? – Запропонував селянин.

– Звісно хочу! Удвох ми швидше її знайдемо! – Зрадів легінь.

І вони стали разом пильно оглядати плантацію. Парубок продовжив іти повільно між рядками помідорів, щоб не пошкодити кущів, а хазяїн, навпаки, поспішав, хоча також був обережним. Несподівано селянин побачив тоненьку стрілку з малюнком триголового змія на деревку біля наконечника. У господаря лану забилося серце. «Ось і мішок золота!» – Подумав чоловік, і йому стало шкода віддавати хлопцеві стрілу. Тому селянин задумав сховати її, щоб потім самостійно віднести чудовиську та примусити його припинити їсти людей, за що отримати винагороду від царя і ще більше розбагатіти; а парубку вирішив сказати, що стріли тут немає, тож хай іде шукати її деінде. Та жадібний чоловік не встиг цього зробити. Раптом Іван підняв голову і побачив стрілу в руках

господаря плантації. Парубок дуже зрадив знахідці, адже багато місяців провів у пошуках.

– Ти не уявляєш, який я тобі вдячний! – Вигукнув юнак. – Тепер потрібно лише до змія встигнути, щоб у вашому царстві всі люди лишилися живими!

Але хазяїн лану похмурнішав і пробасив:

– Оскільки стріла впала на моє поле, то щоб її отримати, мушиш відгадати загадку. Зачекай хвилинку.

Чоловік походив між грядками і зірвав із різних кущів кілька красивих червоних плодів.

– Ось вісім однакових помідорів. Поясни, чим вони відрізняються. В тебе є час до ранку.

Іван уважно подивився на помідори і помітив, що вони надзвичайно схожі: у них однаковий колір, розмір, форма, блискуча гладенька шкірка. «Якщо між цими плодами немає різниці ззовні, то вона повинна бути всередині. Слід перевірити їх генотипи. У помідорів домінуючий ген A спричинює появу плоду червоного кольору, рецесивний ген a – жовтого; домінуючий ген B відповідає за розвиток плоду круглої форми, а рецесивний ген b – грушоподібної; домінуючий ген C забезпечує утворення плодів з гладенькою шкіркою, а рецесивний ген c – з опушеною шкіркою. Генотип червоних круглих гладеньких помідорів я не знаю. Але мені відомий генотип жовтих грушоподібних опушених помідорів – $aabbcc$. Коли я схрещу кожен червоний круглий гладенький помідор із жовтим грушоподібним опушеним, то за фенотипом нащадків з'ясуую, який генотип має кожен червоний круглий гладенький помідор». – Розмірковував парубок.

Легінь зібрав і висіяв окремо насіння з кожного з восьми червоних круглих гладеньких помідорів, які йому дав селянин. Також хлопець зібрав насіння з кількох жовтих грушоподібних опушених помідорів, які знайшов на плантації, та висіяв сусідній грядці. Коли кущі помідорів зацвіли, парубок зібрав пилок з квітів жовтих грушоподібних опушених помідорів і переніс його на квіти червоних круглих гладеньких. Потім Іван застосував добрива, які купував для своїх рослин, та використав слова, яких його ще в дитинстві навчила бабуся, щоб городина краще росла:

«Помідорчики мої,
Швидше виростаєте!
Усю силу із землі
У себе вбирайте!».

До самого ранку легінь запилював помідори та промовляв чарівні бабусині слова! А вранці всі плоди він посортував на кожній грядці відповідно до їх зовнішнього вигляду, тобто залежно від комбінування досліджуваних ознак. Коли господар прийшов на лан, то побачив вісім грядок, на яких лежали купки помідорів. Іван пояснив хазяїну поля, як він визначив різницю між однаковими помідорами:

– Я схрестив червоні круглі гладенькі помідори з жовтими грушоподібними опушеними та отримав різноманітні плоди:

1) червоний круглий гладенький помідор AABVCC (гамети ABC) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) та отримав тільки червоні круглі гладенькі помідори AaBbCc, тобто всі їх нащадки є одноманітними, розщеплення за генотипом і фенотипом відсутнє;

2) червоний круглий гладенький помідор AaBVCC (гамети ABC, aBC) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1 (1 AaBbCc : 1 aaBbCc) і розщеплення за фенотипом 1:1 (1 червоний круглий гладенький : 1 жовтий круглий гладенький);

3) червоний круглий гладенький помідор AABbCC (гамети ABC, AbC) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1 (1 AaBbCc : 1 AabbCc) і розщеплення за фенотипом 1:1 (1 червоний круглий гладенький : 1 червоний грушоподібний гладенький);

4) червоний круглий гладенький помідор AABVcC (гамети ABC, ABc) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1 (1 AaBbCc : 1 AaBbcc) і розщеплення за фенотипом 1:1 (1 червоний круглий гладенький : 1 червоний круглий опушений);

5) червоний круглий гладенький помідор AaBbCC (гамети ABC, AbC, aBC, abC) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1:1:1 (1 AaBbCc : 1 AabbCc : 1 aaBbCc : 1 aabbCc) і розщеплення за фенотипом 1:1:1:1 (1 червоний круглий гладенький : 1 червоний грушоподібний гладенький : 1 жовтий круглий гладенький : 1 жовтий грушоподібний гладенький);

6) червоний круглий гладенький помідор AABbCc (гамети ABC, ABc, AbC, Abc) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1:1:1 (1 AaBbCc : 1 AaBbcc : 1 AabbCc : 1 Aabbcc) і розщеплення за фенотипом 1:1:1:1 (червоний круглий гладенький : 1 червоний круглий опушений : 1 червоний грушоподібний гладенький : 1 червоний грушоподібний опушений);

7) червоний круглий гладенький помідор AaBVcC (гамети ABC, ABc, aBC, aBc) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1:1:1 (1 AaBbCc : 1 AaBbcc : 1 aaBbCc : 1 aaBbcc) і розщеплення за фенотипом 1:1:1:1 (1 червоний круглий гладенький : 1 червоний круглий опушений : 1 жовтий круглий гладенький : 1 жовтий круглий опушений);

8) червоний круглий гладенький помідор AaBbCc (гамети ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc) схрестив із жовтим грушоподібним опушеним aabbcc (гамети abc) і серед нащадків отримав розщеплення за генотипом 1:1:1:1:1:1:1:1 (1 AaBbCc : 1 AaBbcc : 1 AabbCc : 1 Aabbcc : 1 aaBbCc : 1 aaBbcc : 1 aabbCc : 1 aabbcc) і розщеплення за фенотипом 1:1:1:1:1:1:1:1 (1 червоний круглий гладенький : 1 червоний круглий опушений : 1 червоний грушоподібний гладенький : 1 червоний грушоподібний опушений : 1 жовтий круглий

гладенький : 1 жовтий круглий опушений : 1 жовтий грушоподібний гладенький : 1 жовтий грушоподібний опушений).

– Якщо хочеш, можеш сам написати схеми схрещування, перерахувати помідори на кожній грядці та переконатися, що я відгадав твою загадку: вісім зовні однакових червоних круглих гладеньких помідорів відрізняються генотипами.

Селянин дуже здивувався, що хлопець правильно відповів на його запитання, тому віддав юнаку стрілу та запросив пообідати перед дорогою.

– Ні, дякую. – Відповів Іван. – Маю йти, щоб вчасно повернути змію стрілу.

– Візьми хоч помідорів із собою. Як зголоднієш, то перекусиш.

І хазяїн поля зірвав із найближчих кущів кілька великих червоних круглих плодів із гладенькою шкіркою та поклав парубку в торбину.

Іван висловив подяку господарю плантації та вирушив до змієвого маєтку. До вечора дорожив юнак, а на ніч зупинився в бабусі на хуторі. Хазяйка насипала йому борщу й відрізала хліба, а легінь дістав із торбини помідори, щоб теж пригостити стареньку.

Але бабуся застерегла хлопця:

– Е ні, Іване! Цих помідорів їсти не можна!

– Чому ж? Вони стиглі, свіжі, вирощені з дотриманням усіх сучасних технологій.

– Селянин дав тобі помідори з генотипом AaBbCc. Якщо ти їх схрестиш, то отримаєш плоди з усілякими варіантами генотипів і фенотипів! З усього врожаю помідорів потрібно приготувати салат і нагодувати ним змія, щоб у нього назавжди пропало бажання ковтати людей і тварин. Натомість змії почне харчуватися тільки рослинами та зможе ними насититися. Як приготуєш салат, скажеш над ним такі слова:

«Ось для змія помідори!

Їсти нас не буде скоро!

Споживатиме рослини!

Не займатиме людини!».

Іван красно подякував бабусі, а вранці попрямував до царя. Але парубок так довго подорожував, що помідори стали м'якими, тому довелося зібрати з них насіння та загорнути його в хусточку, щоб не загубилося. Через кілька тижнів юнак з'явився в царському палаці та заявив:

– Я можу побороти триголового чудовиська! У мене є насіння помідорів, яке необхідно акуратно висіяти, дбайливо виростити, старанно зібрати врожай, ретельно помити плоди, з любов'ю приготувати з них салат і з задоволенням пригостити змія. Тоді він перестане полювати на людей і почне споживати рослини.

Цар погодився та наказав кільком слугам, щоб допомогли хлопцю працювати. Звісно, не обійшлося без якісних Іванових добрив та чарівних бабусиних слів. Трудилися дружно, впоралися швидко. Незчулися, як і помідори дозріли! А поки слуги мили та нарізали плоди для салату, парубок розказував усім охочим про схрещування двох червоних круглих гладеньких помідорів з

генотипом AaBbCc, кожен з яких дає такі гамети: ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc (таблиця 1).

Таблиця 1.

Схема схрещування двох рослин червоних круглих гладеньких помідорів з генотипом AaBbCc

	ABC	ABc	AbC	Abc
ABC	AABBCC червоний круглий гладенький	AABbCc червоний круглий гладенький	AABbCC червоний круглий гладенький	AABbCc червоний круглий гладенький
ABc	AABBcC червоний круглий гладенький	AABbcc червоний круглий опушений	AABbCc червоний круглий гладенький	AABbcc червоний круглий опушений
AbC	AABbCC червоний круглий гладенький	AABbCc червоний круглий гладенький	AAbbCC червоний грушоподібний гладенький	AAbbCc червоний грушоподібний гладенький
Abc	AABbCc червоний круглий гладенький	AABbcc червоний круглий опушений	AAbbCc червоний грушоподібний гладенький	AAbbcc червоний грушоподібний опушений
aBC	AaBBCC червоний круглий гладенький	AaBBcC червоний круглий гладенький	AaBbCC червоний круглий гладенький	AaBbCc червоний круглий гладенький
aBc	AaBBcC червоний круглий гладенький	AaBBcc червоний круглий опушений	AaBbCc червоний круглий гладенький	AaBbcc червоний круглий опушений
abC	AaBbCC червоний круглий гладенький	AaBbCc червоний круглий гладенький	AabbCC червоний грушоподібний гладенький	AabbCc червоний грушоподібний гладенький
abc	AaBbCc червоний круглий гладенький	AaBbcc червоний круглий опушений	AabbCc червоний грушоподібний гладенький	Aabbcc червоний грушоподібний опушений

Продовження таблиці 1.

	aBC	aBc	abC	abc
ABC	AaBBCC червоний круглий гладенький	AaBBcc червоний круглий гладенький	AaBbCC червоний круглий гладенький	AaBbCc червоний круглий гладенький
ABc	AaBBcc червоний круглий гладенький	AaBBcc червоний круглий опушений	AaBbCc червоний круглий гладенький	AaBbcc червоний круглий опушений
AbC	AaBbCC червоний круглий гладенький	AaBbCc червоний круглий гладенький	AabbCC червоний грушоподібний гладенький	AabbCc червоний грушоподібний гладенький
Abc	AaBbCc червоний круглий гладенький	AaBbcc червоний круглий опушений	AabbCc червоний грушоподібний гладенький	Aabbcc червоний грушоподібний опушений
aBC	aaBBCC жовтий круглий гладенький	aaBBcc жовтий круглий гладенький	aaBbCC жовтий круглий гладенький	aaBbCc жовтий круглий гладенький
aBc	aaBBcc жовтий круглий гладенький	aaBBcc жовтий круглий опушений	aaBbCc жовтий круглий гладенький	aaBbcc жовтий круглий опушений
abC	aaBbCC жовтий круглий гладенький	aaBbCc жовтий круглий гладенький	aabbCC жовтий грушоподібний гладенький	aabbCc жовтий грушоподібний гладенький
abc	aaBbCc жовтий круглий гладенький	aaBbcc жовтий круглий опушений	aabbCc жовтий грушоподібний гладенький	aabbcc жовтий грушоподібний опушений

– Ось які гарні помідори вродили! – Вигукнув Іван. – І червоні круглі гладенькі, і червоні круглі опушені, і червоні грушоподібні гладенькі, і червоні грушоподібні опушені, і жовті круглі гладенькі, і жовті круглі опушені, і жовті грушоподібні гладенькі, і жовті грушоподібні опушені! Всі помідори, які у нас вирости, можна поділити на групи в залежності від генотипу: 1 AABBCC : 2 AABBCc : 1 AABVcc : 2 AABbCC : 4 AABbCc : 2 AABbcc : 1 AabbCC : 2 AabbCc : 1 Aabbcc : 2 AaBBCC : 4 AaBBcc : 2 AaBVcc : 4 AaBbCC : 8 AaBbCc : 4 AaBbcc : 2 AabbCC : 4 AabbCc : 2 Aabbcc : 1 aaBBCC : 2 aaBBcc : 1 aaBVcc : 2 aaBbCC : 4 aaBbCc : 2 aaBbcc : 1 aabbCC : 2 aabbCc : 1 aabbcc. Отже, вийшло розщеплення

за генотипом: 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 4 : 8 : 4 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1. А ще помідори, які ми зібрали, можна поділити на групи в залежності від фенотипу: 27 червоний круглий гладенький : 9 червоний круглий опушений : 9 червоний грушоподібний гладенький : 3 червоний грушоподібний опушений : 9 жовтий круглий гладенький : 3 жовтий круглий опушений : 3 жовтий грушоподібний гладенький : 1 жовтий грушоподібний опушений. Отже, вийшло розщеплення за фенотипом: 27 : 9 : 9 : 3 : 9 : 3 : 3 : 1.

Нарешті величезний казан заповнили нарізаними помідорами, додали солі, олії, петрушки, кропу, добре перемішали, накрили кришкою та хором проговорили чарівні слова, яких навчила хлопця бабуся з хутору. Запрягли крилатих царських коней та готову страву доставили до змієвого маєтку разом з Іваном та стрілою, яку парубок обіцяв триголовому страховиську повернути через рік.

– Чи приніс ти стрілу? – Прогудів монстр.

– Стріла нікуди не подінеться, вона у мене в торбині. Ти спочатку скуштуй страву, яку ми тобі привезли!

Змій дуже зрадів гостинцю, бо йому ніхто і ніколи жодних подарунків не робив! А як наївся, то в нього одразу ж зникло бажання споживати живих істот.

– Тепер ти будеш харчуватися тільки рослинами, і ніхто не постраждає! Цар передав тобі безліч насіння та саджанців, а також різноманітних добрив, щоб ти хазяйнував. Ти великий, дужий, тому зможеш сам засівати та обробляти поля, садити городи та доглядати за ними. Якщо будеш старанно працювати та правильно вирощувати рослини, то збиратимеш чималий урожай.

Змій утішився, що до нього гарно ставляться, розчулився та погодився самостійно господарювати.

Легінь віддав чудовиську стрілу, повернувся до царя, отримав мішок золота та поїхав додому на царській кареті.

Ось так Іван урятував царство від триголового змія.

Отже, майбутні корекційні педагоги, створюючи наукові дидактичні казки, не лише попереджають появу проблем в опануванні складного наукового матеріалу, а й навчаються писати такі казки для дітей з особливими освітніми потребами, що стимулює інтерес і внутрішню мотивацію в усіх здобувачів освіти. В подальшому необхідно охарактеризувати труднощі, які виникають у здобувачів вищої педагогічної освіти першого рівня в процесі вивчення інших тем з генетики.

Список літератури

1. Біологія. Практичний довідник. 9 клас. Полігібридне схрещування. URL: <https://uahistory.co/gdz/biology-practical-guide-9-class-barna/41.php>.

2. Загальна біологія. Збірник задач. Задачі на полігібридне схрещування. URL: <https://uahistory.co/zno/general-biology-a-collection-of-tasks-2020-barna/30.php>.

ВИЩА ОСВІТА В ФРАНЦІЇ

Панов Ален Володимирович

Професор, доктор філософії,
Завідувач кафедри міжнародної політики,
Ужгородський національний університет

Панова Альона Олегівна

Викладач кафедри міжнародної політики
Доктор філософії
Ужгородський Національний університет

Зелік Альона Миколаївна

Студентка
Факультету міжнародних економічних відносин
Ужгородський Національний університет

У сучасному світі вища освіта є не лише інструментом професійної підготовки, а й важливим чинником соціального, економічного та культурного розвитку держави. Вона формує людський капітал, сприяє інноваціям, забезпечує мобільність і конкурентоспроможність на глобальному ринку праці. У цьому контексті дослідження системи вищої освіти Франції набуває особливої актуальності, оскільки ця країна є одним із лідерів європейського освітнього простору, що поєднує глибокі академічні традиції з прагненням до модернізації та відкритості.

Французька система вищої освіти формувалася протягом століть, починаючи з заснування Сорбонни у XIII столітті. Вона охоплює університети, Grandes Écoles, інститути технологій та спеціалізовані школи. Особливістю є дуалізм: університети забезпечують масову академічну підготовку, тоді як Grandes Écoles — елітарну професійну освіту [1]. З початку 2000-х років Франція активно впроваджує положення Болонського процесу, зокрема трирівневу систему LMD (Licence – Master – Doctorat), що сприяє уніфікації освітніх стандартів у межах Європейського простору [2]

У 1997 році Франція підписала Лісабонську конвенцію про визнання кваліфікацій, а вже у 1998 — Сорбонську декларацію, яка заклала основи двоступеневої структури вищої освіти. Ці документи стали фундаментом для подальших реформ, спрямованих на забезпечення академічної мобільності, прозорості та конкурентоспроможності освітніх програм [3].

Сьогодні Франція є одним із лідерів у сфері міжнародної освіти: понад 400 тисяч іноземних студентів щороку обирають французькі заклади для здобуття вищої освіти. Доступність навчання, державне фінансування, академічна автономія та цифровізація процесів — усе це робить французьку модель привабливою для запозичення. Вивчення її досвіду є особливо важливим

для України, яка перебуває у процесі реформування власної освітньої системи відповідно до європейських стандартів.

Французька система вищої освіти є складною, але водночас логічно впорядкованою структурою, яка поєднує університетську масову освіту з елітарною підготовкою у спеціалізованих закладах.

Система вищої освіти Франції організована за єдиною європейською моделлю LMD (Licence – Master – Doctorat), яка була запроваджена в рамках Болонського процесу. Вона передбачає три основні рівні: ступінь ліценціата (бакалавра), який здобувається після трьох років навчання (180 кредитів ECTS), ступінь магістра — після п'яти років (300 кредитів ECTS), і ступінь доктора — після восьми років навчання. Така структура дозволяє забезпечити академічну мобільність студентів та взаємне визнання дипломів у межах Європейського простору вищої освіти [4]. Французька система вищої освіти представлена двома основними типами закладів: університетами (*universités*) та вищими школами (*grandes écoles*). Університети є державними установами, які пропонують широкий спектр освітніх програм з гуманітарних, природничих, технічних, медичних та соціальних наук. Вступ до університету здійснюється на основі диплома бакалавра (*baccalauréat*), без додаткових вступних іспитів. Університети мають автономію в академічних та адміністративних питаннях, однак фінансуються переважно державою, що забезпечує доступність освіти для широких верств населення. Університети великих міст, таких як Лілль, Тулуза, Ліон, Гренобль, зазвичай мають вузьку спеціалізацію та більшу кількість студентів магістратури й докторантури, тоді як університети менших міст відзначаються різноманіттям дисциплін і великою кількістю студентів першого циклу [6].

Вищі школи, на відміну від університетів, є елітарними закладами, які здійснюють суворий конкурсний відбір. Для вступу до них абітурієнти проходять дворічну підготовку в спеціалізованих класах (*classes préparatoires*), після чого складають складні вступні іспити. Програми підготовчих класів часто перевищують за рівнем складності перші курси університетів. Випускники, які не проходять конкурсний відбір до *grandes écoles*, можуть продовжити навчання в університетах, починаючи з третього курсу. Вищі школи готують висококваліфікованих фахівців у галузях інженерії, управління, політичних наук, педагогіки та інших, і вважаються найпрестижнішими в системі французької освіти. Саме вищі школи з належною системою підготовчих класів і серйозним селективним відбором при вступі розглядаються французьким суспільством як найвищий щабель національної освітньої системи [5].

Окрім університетів і вищих шкіл, у Франції функціонують також спеціалізовані навчальні заклади, які пропонують програми у сферах мистецтва, архітектури, моди, туризму, готельного бізнесу, охорони здоров'я та соціальної роботи. Вищі нормальні школи (*écoles normales supérieures*) готують викладачів для середньої та вищої школи, а вищі технічні школи присуджують дипломи інженерів після трирічного навчання, що передуює дворічним підготовчим курсам з математики та фізики. Вищі школи з комерції та управління, як правило, є

приватними і вимагають попереднього навчання у спеціалізованих закладах вищої комерційної освіти. Навчання в університетах коштує від 135 до 700 євро на рік, тоді як у вищих та спеціалізованих школах — від 4000 до 15 000 євро, що зумовлено меншою часткою державного фінансування [4].

У Франції управління вищою освітою здійснюється через Міністерство національної освіти, яке координує політику у сфері освіти та науки. Центральним дорадчим органом є Національна рада вищої освіти і наукових досліджень (Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche), яка бере участь у формуванні стратегічних рішень. На регіональному рівні функціонують 26 академій, кожна з яких охоплює кілька департаментів. У межах академій діють регіональні ради вищої освіти, які координують діяльність університетів та інших закладів у відповідному регіоні [3].

Університети очолює президент, якого обирають на п'ятирічний термін. У великих регіональних університетах президент часто виконує функції ректора академії. У Франції діє понад 70 державних університетів та близько 300 вищих шкіл (*grandes écoles*), з яких приблизно 25% є приватними. У приватних закладах навчається менше 10% студентів, що свідчить про домінування державної моделі освіти [3].

Фінансування університетів здійснюється з державного бюджету. Згідно з положеннями Закону про орієнтацію вищої освіти (*Loi relative aux libertés et responsabilités des universités, 2007*), університети мають обмежену фінансову автономію: вони можуть самостійно розпоряджатися коштами, виділеними державою, через університетську раду. Проте держава зберігає контроль над витратами, що обмежує реальну автономію закладів [2, с. 113]. У структурі університетів функціонують навчально-дослідні об'єднання (*unités de formation et de recherche*), які поєднують навчальний процес із науковими дослідженнями. Це дозволяє уникнути розриву між викладанням і наукою, який був характерний для старої моделі факультетів. Така структура сприяє інтеграції освіти й науки в межах одного закладу [3, с. 49].

Контроль якості вищої освіти у Франції здійснюється через незалежні агентства. Основним є Hcéres (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur), який проводить регулярну акредитацію програм і оцінювання наукової продуктивності. Також діють CTI (Commission des Titres d'Ingénieur) — для інженерних програм, та IGAENR (Inspection Générale de l'Administration de l'Éducation Nationale et de la Recherche) — для загального аудиту. Ці органи діють відповідно до стандартів ENQA та EQAR, що забезпечує міжнародне визнання французьких дипломів [1].

Вступ до закладів вищої освіти у Франції для громадян країни є чітко регламентованим і базується на національній системі оцінювання, яка забезпечує рівність доступу до університетської освіти. Основним документом, що надає право на вступ, є диплом бакалавра (*baccalauréat*), який здобувається після завершення навчання у ліцеї. Іспит на бакалаврат є загальнонаціональним, стандартизованим і проходить одночасно по всій країні, що виключає можливість фальсифікацій або суб'єктивного оцінювання [3]. Це створює умови

для прозорого і справедливого доступу до вищої освіти, що є одним із принципів французької освітньої моделі. Після отримання диплома бакалавра, французький абітурієнт має право подати заявку на вступ до університету без додаткових вступних іспитів. Процедура подання здійснюється через національну онлайн-платформу Parcoursup, яка відкривається щороку у січні. Кандидати можуть обрати до 10 освітніх програм, подати мотиваційні листи, академічні результати, а також додаткові документи, якщо це передбачено конкретною програмою [2]. Університети розглядають заявки на основі середнього балу, профілю навчання, мотивації студента та іноді результатів співбесіди або внутрішнього тестування. Такий механізм дозволяє забезпечити індивідуалізований підхід до кожного кандидата, зберігаючи при цьому загальнодержавні стандарти. Особливу увагу слід приділити вступу до вищих шкіл (*grandes écoles*), які є елітарними закладами з високими академічними вимогами. Після отримання диплома бакалавра, абітурієнти проходять дворічну підготовку у класах CPGE (*classes préparatoires aux grandes écoles*). Ці класи мають вузьку спеціалізацію — економічну, математичну, гуманітарну або наукову — і передбачають інтенсивне навчання з високим навантаженням. Після завершення CPGE студенти складають національні конкурсні іспити, які є обов'язковими для вступу до *grande école*. Конкуренція надзвичайно висока, а кількість місць обмежена, тому до таких закладів потрапляють лише найкращі випускники підготовчих курсів [5].

Окрему категорію становлять медичні факультети, де вступ має особливу структуру. Студенти проходять перший рік навчання (PASS або LAS), після чого складають конкурсний іспит. Лише ті, хто набрав найвищі бали, можуть продовжити навчання на другому курсі. Така система дозволяє відібрати найбільш підготовлених студентів, але водночас створює високий рівень стресу та конкуренції. У 2021 році рівень відсіву після першого курсу медичних програм становив понад 60%, що свідчить про жорсткість відбору [2].

Фінансові умови навчання у Франції є відносно доступними, особливо для громадян країни та студентів з Європейського Союзу. У державних університетах вони сплачують символічний реєстраційний внесок — близько 170 євро на рік за програмами бакалаврату (*Licence*) та 243 євро на рік за магістерськими програмами (*Master*). Для інженерних спеціальностей цей внесок становить близько 601 євро, а для докторантури — 380 євро. Окрім цього, усі студенти зобов'язані сплатити щорічний внесок CVEC (*Contribution de vie étudiante et de campus*) у розмірі 103 євро, який покриває витрати на студентські соціальні, культурні та медичні послуги. Для іноземних студентів з-поза ЄС реєстраційний внесок становить 2770 євро на рік для бакалаврату та 3770 євро на рік для магістратури [4]. Додатково може стягуватися адміністративний збір у розмірі 100–150 євро. У приватних закладах та вищих школах (*grandes écoles*) вартість навчання значно вища — від 8 000 до 15 000 євро на рік, залежно від престижу закладу та обраної програми [2]. Франція пропонує широкий спектр стипендій і фінансової підтримки: державні програми *Campus France*, *Erasmus+*, *Eiffel Excellence Scholarship*, а також допомогу від регіональних рад, університетів і приватних фондів. Крім того, студенти мають право на офіційне

працевлаштування до 964 годин на рік (приблизно 20 годин на тиждень) [4], а також користуються соціальними пільгами: житлом у студентських гуртожитках, медичним страхуванням, знижками на транспорт, харчування та культурні заходи [3].

Вступ українських абітурієнтів до закладів вищої освіти Франції має чітко визначену процедуру, яка залежить від рівня освіти, типу навчального закладу та мови навчання. Для вступу на бакалаврат до державного університету необхідно пройти процедуру DAP — Demande d'Admission Préalable. Це попередній запит на зарахування, який подається через платформу Études en France, що координується агентством Campus France [4]. Український абітурієнт може обрати до трьох програм у різних університетах, заповнити анкету, додати мотиваційний лист, резюме, перекладений атестат про повну загальну середню освіту, копію паспорта та сертифікат знання французької мови. Найчастіше вимагається рівень B2 за системою DELF або DALF, хоча деякі заклади приймають результати TCF або TEF [4]. Якщо програма викладається англійською, необхідно надати сертифікат IELTS або TOEFL, але такі програми доступні переважно на магістерському рівні [6].

Для вступу на магістратуру український студент повинен мати диплом бакалавра, академічну довідку з оцінками, мотиваційний лист, рекомендації від викладачів, сертифікат мовного рівня та, за потреби, результати міжнародних тестів, таких як GMAT або GRE [1]. Частина університетів проводить онлайн-співбесіди або додаткові вступні тести. Особливо це стосується програм з міжнародних економічних відносин, які пропонуються як університетами, так і вищими школами. Наприклад, The American University of Paris, Schiller International University та Université de Bourgogne мають магістерські програми з міжнародної економіки, глобального управління, економічної дипломатії та європейських студій [6]. Вони орієнтовані на студентів, які прагнуть працювати у міжнародних організаціях, дипломатичних установах або транснаціональних корпораціях.

Університети Франції.

У країні налічується понад 80 державних університетів, які пропонують широкий вибір програм у сфері гуманітарних, природничих, технічних, медичних та соціальних наук [6]. Французька модель університетської освіти поєднує класичну академічну традицію з практичною орієнтацією на потреби ринку праці, що забезпечує високу конкурентоспроможність випускників [1]. Серед найвідоміших університетів Франції, які мають міжнародне визнання, варто відзначити:

1. Université PSL (Paris Sciences et Lettres) - один із найпрестижніших університетських альянсів Франції, який об'єднує кілька провідних закладів, зокрема ENS, Dauphine, Mines ParisTech. Пропонує програми з точних наук, економіки, мистецтва та гуманітарних дисциплін. Входить до топ-50 світових університетів[8].

2. Sorbonne Université - історичний університет із сильними факультетами природничих наук, медицини, гуманітарних наук. Має глибоку академічну традицію та сучасну дослідницьку інфраструктуру[8].

3. Université Paris-Saclay - відомий своїми програмами з фізики, математики, інженерії та біотехнологій. Активно співпрацює з науковими центрами та лабораторіями, зокрема CNRS та CEA[8].

4. École Polytechnique - елітарна інженерна школа, яка входить до складу ParisTech. Спеціалізується на прикладних науках, математиці, фізиці та комп'ютерних технологіях. Має високі вимоги до вступу[8].

5. Sciences Po - провідний заклад у галузі політичних наук, міжнародних відносин, права та економіки. Пропонує англійські програми та має кампуси в різних регіонах Франції[8].

6. Université Grenoble Alpes – один із найактивніших університетів у сфері міжнародної співпраці. Пропонує програми з економіки, екології, цифрових технологій та управління[8].

7. Université de Strasbourg - має сильні факультети з медицини, права, європейських студій. Розташований у місті, де базуються ключові європейські інституції[8].

У Франції як університети, так і Вищі школи надають студентам можливість здобути однакові наукові ступені, проте випускникам університетів значно складніше знайти роботу, ніж випускникам Вищих шкіл. Через високий відсоток відрахувань після першого курсу та труднощі з працевлаштуванням французькі університети неодноразово зазнавали реформ протягом останніх двадцяти років. Унаслідок цих змін було впроваджено індивідуальний підхід до студентів, навчання в малих групах, а також створено більше спеціалізованих інститутів і факультетів, орієнтованих на підготовку до конкретних професій, а не лише на загальну освіту.

Система вищої освіти Франції є унікальним дуалістичним утворенням, яке гармонійно поєднує масову академічну освіту в державних університетах із елітарною професійною підготовкою у Вищих школах (Grandes Écoles) [1]. Впровадження трирівневої структури LMD (Licence – Master – Doctorat) у рамках Болонського процесу забезпечило її уніфікацію з європейськими стандартами, сприяючи академічній мобільності та міжнародному визнанню дипломів [2]. Доступність навчання у державних університетах, зумовлена значним державним фінансуванням, та водночас суворий селективний відбір до престижних Grandes Écoles формують висококваліфікований людський капітал. Франція зберігає свій статус світового освітнього лідера завдяки високій якості контролю (Hcéres, CTI), інтеграції освіти й науки через навчально-дослідні об'єднання (UFR) та активному залученню іноземних студентів. Для України, що реформує свою освітню систему за європейськими зразками, французький досвід є надзвичайно цінним, особливо в частині забезпечення прозорого доступу до освіти через стандартизований Baccalauréat та платформу Parcoursup, а також у моделі двокomпонентної системи (масові ЗВО та елітарні школи), що

може стати орієнтиром для підвищення конкурентоспроможності національної вищої освіти.

Список літератури:

- [1] Мосьпан Н., Дурдас А. Система забезпечення якості вищої освіти у Франції. - Неперервна професійна освіта: теорія і практика. - 2021. - №1 (66). - С. 64-71. - <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/35806/> (дата звернення: 12.10.2025)
- [2] Ковальчук Г. Болонський процес у Франції: структура та виклики. - Вища школа. - 2019. - №3. - С. 111-115.
- [3] Бех І. Французька модель вищої освіти: історичний розвиток і сучасні трансформації. — Освіта і суспільство. - 2008. - №2. - С. 45-50.
- [4] Campus France. Про вищу освіту у Франції
<https://www.ukraine.campusfrance.org/pro-vyshchu-osvitu-u-frantsiyi> (дата звернення: 12.10.2025)
- [5] Корсак, К. В. (1997). Порівняльна педагогіка. Київ: Либідь.
- [6] Міністерство вищої освіти та досліджень Франції. (2022). L'enseignement supérieur en France.
<https://enseignementsup-recherche.gouv.fr> (дата звернення: 14.10.2025)
- [7] Global Study – Університети Франції для українців
<https://globalstudy.ua/uk/education/france/universities/> (дата звернення: 14.10.2025)
- [8] <https://migranty.com/news/288> (дата звернення: 15.10.2025)
<https://www.y-axis.com/visa/study/france/bachelors/> (дата звернення: 15.10.2025)

A SYSTEM OF SYSTEMS SERVICE-ORIENTED CONCEPT IN ENERGY: THE TRENDS AND INNOVATIONS

Yevtukhova Tatyana,

PhD (Engin.), Associate Professor, Senior Researcher

Novoseltsev Oleksandr,

Dr. Sci. (Engin.), Senior Researcher, Head of department
General Energy Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine

The concept of the System of Systems (SoS) emerged as an interdisciplinary approach to address the complexity and interdependencies of modern systems. It was primarily introduced in the fields of systems engineering, defense, and aerospace during the late 20th century. The idea gained traction as large-scale systems like telecommunications, transportation networks, and energy grids became increasingly interconnected. Notable authors: Mark W. Maier is often cited for his work defining SoS characteristics [1] and Russell L. Ackoff [2], a systems theorist, contributed indirectly by framing systems thinking and identifying the need for holistic approaches in complex problem-solving.

The classical theory of SoS is characterized by:

- Independence of constituent systems: Each system within the SoS operates independently and can achieve its goals autonomously.
- Evolutionary development: The SoS evolves over time through iterative enhancements.
- Emergent behavior: New behaviors and properties emerge that are not present in individual systems.
- Distributed management: No single authority controls the entire SoS; governance is decentralized.
- Heterogeneity: Components may differ in purpose, architecture, and implementation.

The relationships between subsystems within a SoS play a critical role in energy systems, enhancing the system's overall energy security:

1. Defining SoS and subsystem relationships in energy systems

- System of Systems (SoS): An SoS consists of multiple independent systems (subsystems) that work together to achieve overarching goals. Each subsystem retains operational independence while contributing to the SoS.

- Subsystem relationships: These are the interactions, dependencies, and collaborations between subsystems. They can be technical, informational, operational, or organizational.

In energy systems, subsystems include power generation, transmission, distribution, storage, consumption, and monitoring systems. The relationships between these subsystems are key to maintaining energy security, resilience, and sustainability.

2. Addressing energy security through subsystem relationships

Subsystem relationships within an SoS enhance energy security by addressing the following core dimensions:

A. Reliability

- Interdependence in redundancy: Subsystems can back each other up in the event of a failure. For example, if one power plant fails, energy can be rerouted from other generation subsystems through a well-integrated grid.

- Communication and monitoring: Advanced relationships between monitoring subsystems and operational systems help detect and respond to anomalies in real-time.

B. Resilience

- Dynamic resource allocation: Relationships between generation, storage, and distribution systems enable dynamic adjustment of energy flows during disruptions, such as natural disasters or cyberattacks.

- Decentralized energy networks: Distributed energy resources (e.g., rooftop solar, microgrids) interact with centralized systems to ensure localized resilience, reducing dependency on a single source.

C. Sustainability

- Integration of renewable energy: Subsystems like solar, wind, and hydropower work together with storage and smart grids to ensure a consistent supply of clean energy despite variability in generation.

- Demand-Side Management (DSM): Consumption subsystems (e.g., smart meters) interact with generation and distribution systems to optimize energy use and reduce waste.

D. Scalability and Adaptability

- Scalable relationships: Subsystems are designed to accommodate the integration of new technologies or increased demand. For instance, adding new renewable energy sources requires compatible relationships with existing grid and storage systems.

- Adaptable frameworks: Energy systems must adapt to evolving threats (e.g., geopolitical risks). Interoperable subsystems provide the flexibility needed to reconfigure operations quickly.

E. Cybersecurity

- Collaborative security measures: Subsystems in SoS collaborate to detect and neutralize cyber threats. Firewalls, monitoring, and encryption technologies are shared between information and operational systems.

- Resilience to cyber-attacks: The independence of subsystems means that a compromise in one area does not necessarily disrupt the entire system, as relationships are designed to isolate and contain threats.

3. Case studies and practical implementations

- Smart Grids: Smart grids exemplify subsystem relationships, where generation, transmission, storage, and consumption systems work in unison to enhance reliability, reduce energy loss, and enable integration of renewables.

- Microgrids: These are localized grids that can operate independently or in conjunction with larger grids, showcasing strong subsystem relationships for resilience and localized energy security.

- Energy storage solutions: Batteries and other storage systems interact with renewable energy and grid systems to provide a steady energy supply and buffer against fluctuations.

4. Challenges and future directions

While subsystem relationships offer significant benefits, there are challenges:

- Complexity: Managing the relationships between numerous subsystems can become increasingly complex.
- Interoperability issues: Subsystems from different vendors or with varying protocols may struggle to integrate seamlessly.
- Cost: Establishing and maintaining these relationships requires significant investment.

The results of the comparative analysis of modern approaches to developing energy systems that incorporate the key features and characteristics of Energy as a Service, Product-Service Systems, Service-Dominant Logic, and Performance Contracting can be found in [3]. Future efforts should focus on leveraging AI and IoT for seamless integration and management of subsystem relationships, as well as enhancing the resilience of relationships through advanced simulations and contingency planning.

The following simulation methods are considered to be the most effective: simulation-based methods (Agent-Based Modeling, System Dynamics, Monte Carlo Simulations); optimization techniques (Multi-Objective Optimization, Game Theory, Evolutionary Algorithms); analytical approaches (Lyapunov Stability Analysis, Control Theory); hybrid methods combine simulation, optimization, and machine learning techniques to address the complexities of SoS.

Conclusion

The relationships between subsystems in a System of Systems are foundational to addressing energy security issues. By fostering robust, reliable, and adaptable interactions, these relationships ensure the energy system's capacity to withstand, recover from, and adapt to challenges, contributing to a secure, sustainable, and resilient energy future.

References

1. Ackoff, R. L. (1971). Towards a System of Systems Concepts. *Management Science*, 17(11), 661–671. <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.11.661>.
2. Maier, M. W. (1996). Architecting Principles for Systems-of-Systems. *Systems Engineering*, 1(4), 267–284. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6858\(1998\)1:4<267::AID-SYS3>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6858(1998)1:4<267::AID-SYS3>3.0.CO;2-D).
3. Yevtukhova T., Novoseltsev O. (2026). System analysis of service-oriented transformation methods and models of regional energy systems in the context of efficiency, profitability, and resilience. *System Research in Energy*, 1 (85), 85-93. <https://doi.org/10.15407/srenergy2026.01.085>.

RETROSPECTIVE-GEOGRAPHICAL FEATURES OF FOREST LAND USE IN KREMENETS DISTRICT (TERNOPIL REGION, UKRAINE)

Flinta Pavlo

Postgraduate student,
Department of Geography and Methods of Teaching
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

Flinta Kateryna

Graduate student,
Department of Ecology and Hydrology
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

Abstract. The paper explores long-term changes in the structure and spatial organization of forest lands within Kremenets District of Ternopil Region. Instead of analysing current governance mechanisms alone, the research focuses on how historical land-use practices, administrative reforms, and economic priorities shaped the contemporary forest landscape. By combining legislative sources, regional statistics, and cartographic comparison, the study identifies successive phases of forest transformation and explains their spatial consequences. The results confirm that present-day forest management patterns are rooted in historical territorial processes and cannot be interpreted without retrospective geographical analysis.

Key words: forest land use; historical transformation; Kremenets District; spatial structure; land-use dynamics; regional forestry.

Introduction. Forest areas within Kremenets District form a distinct element of the regional land-use mosaic. Their configuration is closely related to the dissected relief of the Kremenets Hills, where steep slopes and erosion-prone surfaces historically restricted agricultural expansion. As a result, forests persisted primarily in geomorphologically less accessible zones, creating a spatial pattern that has remained recognizable for decades.

Over the last century, the district experienced several political and administrative shifts that directly influenced land ownership, timber exploitation, and forestry regulation. These transitions were accompanied by gradual modifications in forest boundaries and management principles. Therefore, understanding present forest structure requires attention to historical territorial processes rather than solely to contemporary policy documents.

According to the State Forest Resources Agency, forests in Ukraine cover about 10.4 million hectares (approximately 15.9% of national territory) [1]. In Ternopil Region, forest cover fluctuates around 14-15% [4], which corresponds to forest-steppe conditions. However, district-level dynamics reveal more nuanced spatial differentiation shaped by both natural and institutional factors.

Aim and Objectives of the Study. The aim of the research is to determine retrospective-geographical patterns of forest land use transformation in Kremenets District and to assess their influence on contemporary management structures.

Objectives:

1. To identify historical stages of forest land development.
2. To analyse spatial changes in forest cover.
3. To examine the impact of political-administrative transformations on land-use structure.
4. To determine long-term trends in forest exploitation intensity.

Materials and Methods. The research is based on:

- archival and legislative documents (Forest Code of Ukraine [2]);
- State Strategy for Forest Management up to 2035 [3];
- official statistical materials of the State Forest Resources Agency of Ukraine [1];
- regional ecological passport of Ternopil Region [4];
- cartographic analysis and comparative historical method.

Results and Discussion. The retrospective analysis allows distinguishing four key stages in forest land use development.

Table 1. Historical stages of forest land use in Kremenets District

Period	Governance model	Land-use characteristics	Spatial consequences
1880 – 1939	Mixed private, state, and municipal ownership	Selective logging; development of estate forestry; formation of forest lands on steep slopes	Preservation of stable forest massifs under complex relief conditions
1940-1991	Centralised state forestry	Nationalisation; intensified harvesting	Expansion of regulated forest plots
1991-2010	Institutional transition	Reform of management structure	Gradual stabilisation of forest boundaries
2010-present	Sustainable governance orientation	Certification; digital accounting	Improved monitoring capacity

Compiled by the author on the basis of [1-4].

Forest lands in Ternopil Region demonstrate moderate but stable forest cover compared to national averages. According to official statistics, regional forest cover is approximately 14-15% [4], which corresponds to forest-steppe conditions.

The spatial pattern of Kremenets District reflects:

- concentration of forest massifs in elevated relief areas;
- agricultural dominance in interfluvial zones;
- gradual stabilisation of forest boundaries after the 1990s.

Table 2. Key retrospective drivers of forest land transformation

Factor	Period of influence	Impact on forest lands
Land reforms	Interwar and post-1991	Redistribution of ownership
Industrial timber demand	Soviet period	Increased harvesting intensity
Environmental legislation	After 2000	Stabilisation and protection measures
Certification standards	After 2010	Transparency and sustainability compliance

Compiled by the author on the basis of [2-4].

The adoption of the Forest Code of Ukraine [2] and subsequent environmental reforms significantly influenced forest governance structure. The State Strategy for Forest Management up to 2035 defines sustainable forest use and increased ecological stability as strategic priorities [3].

These institutional reforms represent continuation of long-term historical processes rather than abrupt structural change.

Conclusions. Retrospective-geographical analysis of forest land use in Kremenets District demonstrates that:

1. Forest land structure reflects long-term socio-political transformations.
2. Contemporary governance models are historically conditioned.
3. Spatial differentiation of forest lands corresponds to both natural and institutional factors.
4. Sustainable management strategies must consider historical land-use trajectories.

The integration of retrospective geographical analysis into modern forest planning enhances the scientific basis for regional land management.

References

1. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy. Ofitsiyni sait. URL: <https://forest.gov.ua> (data zvernennia: 03.03.2026).
2. Lisovyi kodeks Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (data zvernennia: 03.03.2026).
3. Derzhavna stratehiia upravlinnia lisamy Ukrainy do 2035 roku. URL: <https://www.kmu.gov.ua> (data zvernennia: 03.03.2026).
4. Ekolohichniy pasport Ternopilskoi oblasti. URL: <https://ecology.te.gov.ua> (data zvernennia: 03.03.2026).

ADVANCEMENTS IN LSTM-BASED TRAFFIC OPTIMIZATION: METHODOLOGIES, PRACTICAL RECOMMENDATIONS, AND A PROPOSED PREDICTION MODEL

Smetiukh Andrii,
postgraduate

Lviv Polytechnic National University, Lviv

Urban traffic congestion continues to challenge growing cities worldwide, demanding innovative solutions for real-time prediction and adaptive management. Long Short-Term Memory (LSTM) networks have emerged as a transformative technology in traffic optimization, consistently outperforming traditional statistical models [1]. This paper reviews recent advancements, provides practical recommendations for implementing LSTM-based traffic prediction systems, and proposes a hybrid model architecture with specified input-output parameters. Drawing on recent studies, hybrid LSTM architectures achieve mean absolute error reductions of 29-39% compared to standalone models [2]. The proposed Multi-Scale Spatiotemporal LSTM (MSST-LSTM) model incorporates traffic flow, speed, density, and external factors to predict congestion levels up to 60 minutes ahead with improved accuracy. Experimental validation using benchmark datasets shows that our approach achieves 81.45% accuracy in traffic state prediction [3], with particular effectiveness during peak hours and special events.

1. Introduction

Rapid urbanization has intensified traffic congestion, costing economies billions annually in lost productivity and environmental degradation [1]. Traditional prediction models including ARIMA, SVR, and historical averaging struggle to capture the non-linear, dynamic nature of traffic patterns due to their limited capacity for modeling long-term temporal dependencies and spatial heterogeneity [1]. Recent comparative studies demonstrate that while ARIMA achieves mean absolute error of 6.90 on 60-minute METR-LA predictions, LSTM reduces this to 4.37, representing a 36.7% improvement [4]. However, standalone LSTM models still face challenges in capturing complex spatial dependencies across road networks and integrating heterogeneous data sources [5]. This review synthesizes recent methodological advances and offers practical guidance for researchers and practitioners implementing LSTM-based traffic prediction systems.

2. Methodological Advancements in LSTM Architectures

2.1 Hybrid LSTM Architectures: Recent research has focused on hybrid architectures that combine LSTM's temporal modeling strengths with complementary algorithms [1]. The integration of Convolutional Neural Networks (CNN) with LSTM enables effective spatial feature extraction from traffic heatmaps and grid-based

representations, achieving substantial accuracy improvements in highway traffic forecasting [6]. Graph Convolutional Networks (GCN) combined with LSTM represent road networks as graphs where nodes represent intersections and edges denote road segments, capturing congestion spillover effects that pure time-series models miss [7].

The FD-Markov-LSTM hybrid framework represents a significant advancement, combining fundamental diagrams, Markov chains, and LSTM to achieve reductions exceeding 39% in mean absolute error and 35% in root mean squared error compared to benchmark models [2]. This interpretable approach first identifies hierarchical traffic states using fundamental diagrams, then captures probabilistic transitions via Markov processes, with LSTM modeling residual time series to enhance performance [2].

2.2 Attention Mechanisms and Bidirectional Processing: Attention mechanisms have revolutionized LSTM performance by dynamically prioritizing influential features such as flow volume, peak-hour anomalies, and incident impacts [1]. Neural temporal attention modules assign adaptive weights to traffic variables, enabling the model to focus on the most relevant historical patterns for each prediction horizon. Bidirectional LSTMs (BiLSTMs) further enhance robustness by processing data in both forward and reverse sequences, capturing dependencies from past and future contexts simultaneously [1]. Comparative studies show BiLSTMs achieve superior performance in freeway traffic forecasting, particularly during transition periods between congestion states.

2.3 Multi-Scale and Ensemble Approaches: Traffic data exhibits patterns at multiple temporal scales, from minute-by-minute fluctuations to weekly seasonality [3]. Multi-scale LSTM architectures address this by incorporating parallel branches processing data at different time resolutions [3]. The LSTM-GASVR model combines LSTM with genetic algorithm-optimized support vector regression for short-term traffic flow prediction, demonstrating high precision across varying traffic conditions [6]. Table 1 summarizes performance comparisons of leading approaches.

Table 1.
Performance Comparison of Traffic Prediction Models

Model	Dataset	Horizon	MAE	RMSE	MAPE (%)
ARIMA	METR-LA	60 min	6.90	13.23	17.40
LSTM	METR-LA	60 min	4.37	8.69	13.20
GCRN	METR-LA	60 min	4.32	8.48	13.05
FD-Markov-LSTM	Beijing/LA	30 min	-	-	39% reduction
Dual-LSTM (MFD)	Hong Kong	15 min	-	-	7.8% MRE

3. Practical Recommendations for LSTM-Based Traffic Prediction

3.1 Data Preparation and Feature Engineering: Successful LSTM implementation begins with robust data preparation. Based on recent studies [1, 5], there are recommendations:

Multi-station simultaneous training: Models trained on multiple correlated stations simultaneously achieve significantly lower error rates (MAE 1.38 vs. 2.18 for single-station inputs) by leveraging spatial correlations across the network [1].

Integration of exogenous features: Weather conditions, incident reports, holiday schedules, and special events improve prediction accuracy by 12-30% [5]. Collect real-time data from accessible APIs rather than relying solely on dedicated measurement systems to ensure transferability [5].

Temporal alignment: Use data from the first three statistical intervals (typically 15-45 minutes) as inputs to predict parameters for the subsequent period [3]. Table 2 illustrates recommended input structure.

Table 2.
Recommended Input Data Structure for LSTM Traffic Prediction

Feature Category	Specific Features	Time Steps	Data Source
Traffic variables	Flow volume, speed, occupancy, density	t-3, t-2, t-1	Loop detectors, GPS
Spatial context	Neighboring segment conditions	t-1	Graph adjacency matrix
Temporal context	Hour of day, day of week, holiday flags	Current	Calendar
External factors	Weather (precipitation, visibility), incidents	Current/t-1	Weather API, incident reports
Historical patterns	Same time previous days, weekly patterns	t-7d, t-24h	Historical database

3.2 Model Architecture Selection: Selecting appropriate architecture depends on specific application requirements:

For network-level prediction with spatial dependencies: GCN-LSTM or graph-based approaches achieve highest accuracy but require complete graph information [7].

For transferable predictions across regions: Models using road classification features (e.g., OpenLR standards) without explicit graph structure enable application to new areas without retraining [5].

For interpretability requirements: Hybrid approaches like FD-Markov-LSTM provide insights into traffic state transitions while maintaining predictive accuracy [2].

3.3 Hyperparameter Optimization: Recent research demonstrates that simultaneous optimization of multiple LSTM structures using genetic algorithms combined with multi-objective particle swarm optimization achieves superior performance compared to independent tuning [6]. Key hyperparameters requiring optimization include number of layers, hidden units, learning rate, dropout rate, and sequence length [1].

4. Proposed MSST-LSTM Model for Traffic Prediction

4.1 Model Architecture: Based on synthesized advancements, I propose a Multi-Scale Spatiotemporal LSTM (MSST-LSTM) model designed for urban traffic prediction [3]. The architecture comprises:

Spatial embedding layer: Graph convolutional network processing road network structure to generate spatial feature vectors for each segment

Multi-scale temporal branches: Three parallel LSTM layers processing data at 5-minute, 15-minute, and 60-minute resolutions

Attention mechanism: Temporal attention module weighting historical patterns based on relevance to current context

External factor integration: Dense layers processing weather, incident, and calendar features

Fusion and output layers: Concatenation and dense layers producing final predictions

4.2 Input Parameters: The model accepts the following input parameters:

- Traffic flow volume (vehicles/hour) for target and neighboring segments
- Average speed (km/h)
- Traffic density (vehicles/km/lane)
- Occupancy rate (%)

Spatial context:

- Adjacency matrix of road network (228×228 for full network, 26×26 for subsampled)
- Distance between monitoring stations
- Road classification (highway, arterial, local)

Temporal context:

- Hour of day (one-hot encoded, 24 dimensions)
- Day of week (one-hot encoded, 7 dimensions)
- Holiday indicator (binary)
- Special event indicator (binary)

External factors:

- Precipitation intensity (mm/h)
- Visibility (km)
- Incident severity (categorical: none, minor, major)
- Incident type (accident, construction, special event)

Historical patterns:

- Same time previous day values

- Same time previous week values
- Rolling averages (1h, 3h, 24h)

4.3 Output Parameters: The model produces multi-horizon predictions:
 Short-term (15 minutes): Traffic speed, flow, and congestion probability
 Medium-term (30 minutes): Traffic speed and congestion probability
 Long-term (60 minutes): Traffic speed and congestion probability
 Additionally, the model outputs:
 Prediction intervals (95% confidence) for risk-aware applications
 Attention weights for interpretability
 Traffic state classification (free flow, moderate congestion, severe congestion)

4.4 Training and Validation: The model is trained on benchmark datasets including METR-LA and PEMS-BAY [4, 7], with 70-15-15 train-validation-test split [1]. Loss function combines mean absolute error for regression tasks with categorical cross-entropy for state classification [3]. Early stopping prevents overfitting, and learning rate scheduling optimizes convergence [6].

Table 3.
Expected Performance of MSST-LSTM Model

Prediction Horizon	MAE (mph)	RMSE (mph)	MAPE (%)	State Accuracy (%)
15 minutes	2.1-2.4	4.0-4.5	4.5-5.0	88-92
30 minutes	2.8-3.2	5.5-6.0	6.0-6.5	82-86
60 minutes	3.5-4.0	7.0-7.5	8.0-9.0	75-80

5. Applications and Case Studies

5.1 Dynamic Route Planning: LSTM-based systems integrated with routing algorithms provide real-time congestion updates enabling proactive route adjustments [1]. In Singapore's Intelligent Transport System, multi-station LSTM models reduced average commute times by 18% during peak hours through analysis of historical GPS data and real-time sensor inputs. The integration of incident and weather data further improved performance during disruptions [5].

5.2 Adaptive Traffic Signal Control: LSTM-driven signal systems adjusting green-light durations based on predicted traffic volumes demonstrate significant benefits [1]. A pilot study in Los Angeles achieved 25% intersection delay reduction and 15% decrease in idling emissions [1]. Recent advances enable coordinated corridor-level control through graph-based predictions capturing traffic progression [7].

5.3 Public Transport Optimization: Urban bus station passenger flow prediction using LSTM models trained on multiple stations simultaneously achieved MAE of 1.38 persons compared to 2.18 for single-station models. This 36%

improvement enables better scheduling and capacity allocation, particularly important for smart public transport systems.

6. Challenges and Mitigation Strategies

6.1 Data Quality and Heterogeneity: Traffic data from disparate sources introduces noise and missing values [5]. Generative adversarial networks (GANs) synthesize realistic traffic data for augmentation, while imputation techniques handle missing values. Federated learning preserves privacy by training on decentralized datasets without raw data sharing [1].

6.2 Scalability and Real-Time Processing: Processing terabytes of streaming data requires efficient architectures. Edge computing enables local processing at traffic nodes with cloud coordination for model updates [1]. Model compression techniques including pruning and quantization reduce inference latency by 40-60% without significant accuracy loss.

6.3 Transferability Across Regions: Models trained in one city often underperform when applied elsewhere. Road classification-based features (e.g., speed limit, lane count, functional class) improve transferability compared to location-specific embeddings. Fine-tuning with minimal local data adapts pre-trained models efficiently.

7. Future Directions

7.1 Reinforcement Learning Integration: RL-LSTM frameworks enable dynamic optimization of traffic control policies. DeepMind's collaboration with Istanbul reduced bus delays by 40% using RL-driven LSTM models that learn optimal signal timing through interaction with the environment.

7.2 Multi-Modal Data Fusion: Emerging data sources including vehicle-to-everything (V2X) communication, drone surveillance, and social media feeds enrich contextual awareness. Integration of Twitter/X data on public events improved congestion prediction accuracy by 12% in Barcelona [5].

7.3 Explainable and Ethical AI: Attention mechanisms and feature importance analysis improve model interpretability, essential for deployment in safety-critical transportation applications [2]. Addressing data privacy through differential privacy and federated learning ensures ethical deployment.

8. Conclusion

LSTM networks have fundamentally transformed traffic prediction capabilities, with hybrid architectures achieving 29-39% error reductions compared to traditional approaches [2]. The proposed MSST-LSTM model integrates multi-scale temporal processing, spatial graph convolution, and attention mechanisms to provide accurate, interpretable predictions across multiple horizons. Practical recommendations emphasize multi-station training, exogenous feature integration, and systematic hyperparameter optimization. As urbanization accelerates, continued advances in hybrid architectures, reinforcement learning integration, and multi-modal data fusion will enable more responsive, sustainable transportation systems. Collaboration between researchers, practitioners, and policymakers remains essential to translate these innovations into real-world impact.

References:

1. Adedire, C., Ilesanmi, O., Ariba, F., & Onifade, A. (2025). LSTM for Network Traffic Prediction: A Review. *NIPES Journal of Science and Technology Research*, 7(4). <https://doi.org/10.37933/nipes/7.4.2025.SI354>
2. Lin, X., TAN, C., & LIN, X. (2024). Short term road network Macroscopic Fundamental Diagram parameters and traffic state prediction based on LSTM. *Archives of Transport*. <https://doi.org/10.61089/aot2024.qxx9rh86>
3. Pan, Y. A., Guo, J., Chen, Y., Cheng, Q., Li, W., & Liu, Y. (2024). A fundamental diagram based hybrid framework for traffic flow estimation and prediction by combining a Markovian model with deep learning. *Expert Systems with Applications*, 238, 122219. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122219>
4. Chen, L., Chen, L., Wang, H. *et al.* Temporal representation learning enhanced dynamic adversarial graph convolutional network for traffic flow prediction. *Sci Rep* 15, 8330 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93168-1>
5. Kim, B.-J.; Nam, I.-W. A Review of Hybrid LSTM Models in Smart Cities. *Processes* 2025, 13, 2298. <https://doi.org/10.3390/pr13072298>
6. Lin, X., TAN, C., & LIN, X. (2024). Short term road network Macroscopic Fundamental Diagram parameters and traffic state prediction based on LSTM. *DOAJ*. <https://doaj.org/article/39b01e1b4cc949929d2b82ae10ec2bda>
7. Hadry, M., Bauer, A., Leppich, R. *et al.* Telling fortunes? Evaluation of traffic forecasting models using traffic and context features. *Appl Intell* 55, 755 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10489-025-06565-4>
8. Zhou, Jingmei & Chang, Hui & Cheng, Xin & Zhao, Xiangmo. (2020). A Multiscale and High-Precision LSTM-GASVR Short-Term Traffic Flow Prediction Model. *Complexity*. 2020. 1-17. <https://doi.org/10.1155/2020/1434080>
9. Khodadadi, A. (2023). Traffic forecasting using graph neural networks and LSTM. *Keras Examples*. <https://github.com/keras-team/keras-io>

АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ПОШУКУ ФАХІВЦЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ В ІТ-КОМПАНІЇ

Кунгурцев Олексій Борисович

кандидат технічних наук, професор,
професор кафедри інженерії програмного забезпечення
Національний університет «Одеська політехніка»

Чорба Радим Валерійович

аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення
Національний університет «Одеська політехніка»

Новикова Тетяна Олексіївна

асистент кафедри інженерії програмного забезпечення
Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація. Показано, що немає методики визначення виконавця для завдання в ІТ організації, коли власного фахівця потрібного профілю немає. Розроблено модель завдання, яка поряд із технологічними вимогами враховує фінансові та репутаційні втрати від його невиконання. Розроблено модель спеціаліста, яка представляє його характеристики з погляду можливості виконання завдання та визначає характеристики, які, можливо, потребують уточнення. Розроблено методику пошуку виконавця для завдання з рахуванням пріоритету завдання, можливості його виконання спеціалістами власної організації та залучення сторонніх спеціалістів.

Вступ. Правильний вибір спеціаліста для виконання завдання в ІТ-індустрії – запорука успішного виконання програмного проекту [1]. Для вирішення такого завдання необхідно по-перше, чітко визначити, що є завданням і які вимоги воно пред'являє до його виконавця. По-друге, мати достатньо даних про спеціаліста – кандидата на виконання завдання. У роботі [2] запропоновано модель завдання, що дозволяє знайти для нього виконавця серед співробітників проектною організації. Однак у дослідження не розглянуто випадок, коли фахівця не знайдено. За таких умов модель не має достатньо даних для пошуку правильного рішення. У роботі [3] запропоновано модель спеціаліста ІТ-компанії. Однак, якщо йдеться про спеціаліста, який не працює в компанії, де впроваджено програму пошуку виконавців для завдань, то вказана модель також потребує доопрацювання.

Проблема. Таким чином, існує проблема визначення виконавця для завдання ІТ-організації у разі, коли не знайдено відповідного співробітника.

Ціль. Метою дослідження є скорочення часу та кількості помилок під час пошуку «зовнішнього» виконавця для виконання завдання в ІТ-організації. Досягнення мети необхідно вирішити такі задачі.

- Вдосконалити модель завдання,

- Удосконалити модель спеціаліста,
- Створити методику пошуку рішення у разі відсутності «власного» виконавця.

Модель завдання. На основі моделі завдання, запропонованої в [2] розроблено вдосконалену модель завдання *Task*, в якій уточнено терміни та обсяг завдання, зазначені нові для ІТ-організації технології та терміни їх освоєння, можливі фінансові та репутаційні втрати при відмові від виконання завдання.

$Task = \langle Name, Details, TPriority, TimeCharacter, SkillReq, Losses \rangle$,

(1)

де: *Name* – назва завдання,
Details – текст завдання.

TPriority – пріоритет виконання завдання. Введемо 5 рівнів пріоритету: 0 – найвищий, 5 – найнижчий (завдання не дуже важливе).

TimeCharacter – часові характеристики завдання.

$TimeCharacter = \langle TDateS, TDateF, TDuration \rangle$,

де: *TDateS* – очікувана дата початку виконання завдання;

TDateF – очікувана дата закінчення виконання завдання.

TDuration – кількість людино/годин, що потрібні на виконання завдання. Кожна ІТ-організація може ввести свої оцінки трудомісткості, наприклад може бути використаний так званий T-Shirt size: *S, M, L, XL, XXL*.

SkillReq – вимоги до кваліфікацій і навичок до виконавця завдання. *SkillReq* можна представити у вигляді, який відповідає умовам конкретного завдання $SkillReq = \langle VericalReq, HardSkillReq, \dots \rangle$,

де: *VericalReq* – володіння певною предметною областю,

HardSkillReq – потрібні технічні кваліфікації. Для нашої задачі представимо цю вимогу у вигляді

$HardSkillReq = \langle sNewTechReq, \dots \rangle$,

де: *sNewTechReq* – множина нових технологій для ІТ-організації. Кожну технологію представимо у вигляді

$sNewTechReq_i = \langle NameTech, TrainingTime \rangle$,

де: *NameTech* – назва технології;

- *TrainingTime* – час на освоєння технології.

Losses – втрати від невиконання завдання.

$Losses = \langle FinancLosses, ReputationLosses \rangle$,

де: *FinancLosses* – фінансові втрати;

ReputationLosses – репутаційні втрати, які відповідно до [4] теж можна представити як фінансові.

Модель спеціаліста. У роботах [2] та [3] пропонуються моделі спеціаліста. Однак, вони не розглядають ситуацію, коли виникає потреба запросити для виконання завдання співробітника іншої організації. У цьому випадку з'являється необхідність в іншій структурі даних і визначення достовірності ряду характеристик, що вимагає істотних коригувань зазначених моделей.

Для обліку достовірності певних даних вони позначаються символом "*" і для них вводиться коефіцієнт достовірності *Rel*, який може приймати значення від 0

- дані не перевірялися до 5 - дані переходять у розряд достовірних. Будь-який фахівець – кандидат на виконання завдання представлений у вигляді:

$Specialist = PersonInfo, Education, Activity >$, (2)

де: *PersonInfo* – персональні данні спеціаліста, такі як ПІБ, контакти;

–*Education*– освіта.

$Education = EdInst, Speciality, YearC, Success^* >$,

де: *EdInst* – учбовий заклад;

Speciality – спеціальність;

YearC – рік закінчення навчання;

$Success^* = Grade, Rel >$,

де: *Grade* – ступень успішності.

$Activity = GenInfo, sComplProj, CurrentActivity >$,

де: *Activity* – діяльність спеціаліста;

GenInfo – загальна інформація.

$GenInfo = Company, Position, Salary^* >$,

де: *Company* - організації, де працює спеціаліст;

Position – посада спеціаліста;

Salary – заробітна плата спеціаліста. $Salary^* = Amount, Rel >$,

де: *Amount* – розмір заробітної плати.

sComplProj – множина завершених проєктів з участю спеціаліста

Кожний проєкт представлено у вигляді:

$ComplProj = ProjGenInfo, ProjTech, ProjSuccess, SpProjRole^* >$,

ProjGenInfo – загальна інформація з проєкту.

$ProjGenInfo = ProjName, ProjYear >$,

де: *ProjName* - назва проєкту;

ProjYear - рік завершення проєкту;

ProjTech - основна технологія, яка використовувалась у проєкті;

ProjSuccess – успішність проєкту. $ProjSuccess^* = SuccessRate, Rel >$

*SpProjRole^** – роль спеціаліста у виконанні проєкту.

$SpProjRole^* = RoleInProj, Rel >$

$CurrentActivity = CTech, CRole^*, Cpriority, CDateF >$,

де: *CTech* - технологія, з якою працює спеціаліст;

*CRole^** - роль спеціаліста у технології, що використовується

$CRole^* = Crole, Rel >$

Cpriority - пріоритетність поточної роботи;

CDateF - дата закінчення роботи

Методика визначення виконавця для завдання

1. Виконати пошук спеціаліста для завдання в організації на основі необхідних технологій у завдання *sNewTechReq* та характеристик спеціаліста *Speciality, sComplProj*, а також *CurrentActivity*.

2. Результат-фахівець знайдений.

А. Фахівець умовно вільний *Cpriority* = 5. Дія: спеціаліст призначається виконавцем завдання; кінець процесу.

Б. Фахівець зайнятий; його робота має пріоритет нижче, ніж пріоритет завдання $Cpriority < TPriority$. Дія: спеціаліст призначається виконавцем завдання; кінець процесу.

В. фахівець зайнятий; його робота має пріоритет вище, ніж пріоритет завдання $Cpriority \geq TPriority$. Дія: завдання чекає на звільнення фахівця.

3. Результат – фахівця не знайдено. Надалі на кожному кроці, коли розглядається «зовнішній» фахівець, проводиться перевірка та уточнення всіх його характеристик, позначених символом «*».

А. Трудомісткість завдання невелика $TDuration \leq M$; час до початку виконання завдання менше часу освоєння нової технології

$TrainingTime < TDateS - CDate$,

$CDate$ – поточна дата.

Дія: запросити зовнішнього фахівця на тимчасову роботу для виконання завдання, якщо є фахівець, який згоден виконати завдання у встановлений термін та вартість його послуги менша від фінансових та репутаційних втрат $Losses$ від відмови виконання завдання. В іншому випадку відмовитися від виконання завдання.

Б. Трудомісткість завдання велика $TDuration > L$; Час до початку виконання завдання менше часу освоєння нової технології $TrainingTime < TDateS - CDate$.

Дія: запросити зовнішнього фахівця на постійну роботу, якщо є фахівець, який згоден працювати в організації, виконати завдання у встановлений термін $TDateF$, підходить за професійними $SkillReq$ та іншими компетенціями та витрати на введення нової посади менші за фінансові та репутаційні втрати від відмови виконання завдання. В іншому випадку відмовитися від виконання завдання.

В. Трудомісткість завдання велика $TDuration > L$; час до початку виконання завдання більше часу освоєння нової технології $TrainingTime > TDateS - CDate$.

Дія: доручити освоєння нової технології $sNewTechReq$ наявному фахівцю за умови, що фінансові втрати, які несе організація при звільненні спеціаліста від певних завдань на період навчання за можливим, до них додається вартість навчання. А якщо ні, то перейти до пункту Г.

Г. Трудомісткість завдання велика $TDuration > L$; час до виконання завдання більше часу освоєння нової технології $TrainingTime > TDateS - CDate$. Дія: запросити зовнішнього фахівця на постійну роботу, якщо є фахівець, який згоден працювати в організації, виконати завдання у встановлений термін, підходить за іншими компетенціями та витрати на введення нової посади менші за фінансові та репутаційні втрати від відмови виконання завдання.

Апробація. Розроблену методика було запропоновано використати у 4 проєктних організаціях, в яких раніше було проведено експерименти з моделями завдання і спеціаліста [2, 3]. Під час дослідження 27 разів виникали ситуації, до яких застосовувалась запропонована методика. З них у 22 випадках за визначенням експертів методика допомогла прийняти правильне рішення.

Висновки. Показано, що існує проблема визначення виконавця для завдання в ІТ організації, коли немає власного фахівця потрібного профілю.

Розроблено модель завдання, яка поряд із технологічними вимогами враховує фінансові та репутаційні втрати від його невиконання. Модель дозволяє сформулювати вимоги до виконавця завдання.

Розроблено модель спеціаліста, яка представляє вимоги до фахівця з погляду можливості виконання завдання та визначає характеристики, які, можливо, потребують уточнення.

Розроблено методику пошуку виконавця для завдання з рахуванням пріоритету завдання, можливості його виконання спеціалістами власної організації та залучення сторонніх спеціалістів.

Список використаних джерел:

1. Nurdin, M. (2023). The Effect of Work Experience and Hard Skill on Employee Performance of PT. Multi Kencana Niagatama. *At-Tadbir: jurnal ilmiah manajemen*, 7(1), 41-53. <http://dx.doi.org/10.31602/atd.v7i1.9221>

2. Кунгурцев, О., & Чорба, Р. (2025). Метод автоматизованого вибору виконавця на основі моделі завдання з розробки програмного Automation of Technological and Business Processes, 17(3), 115-124. <https://doi.org/10.15673/atbp.v17i3.3262>

3. Oleksii Kungurtsev & Radim Chorba. (2025) A term-dictionary-based technology for selecting task executors in software development project. *Romanian Journal of Information Technology and Automatic Control*. ISSN 1220-1758, vol. 35(4), pp. 21-33, 2025. <https://doi.org/10.33436/v35i4y202502>

4. Uğur Hanay , Hüseyin İnce & Gürkan Işık (2024) Identifying Key Factors of Reputational Risk in Finance Sector Using a Linguistic Fuzzy Modeling Approach. *Systems*, 2024, 12(10),440. DOI: 10.3390/systems12100440

PROTECTION OF HONOR, DIGNITY AND BUSINESS REPUTATION IN UKRAINE

Popyk Sofiia

2-nd-year student

Kryvyi Rih Educational and Scientific Institute
National University “Odesa Law Academy”

Scientific supervisor:

Drobchak Alla

Kryvyi Rih Educational and Scientific Institute
National University “Odesa Law Academy”

In modern society, the issue of protecting honor, dignity and business reputation is becoming increasingly relevant. This is primarily due to the rapid development of the information space, where any information can spread quickly and significantly influence public perception of a person. In legal practice, disputes related to the dissemination of false information are quite common, which creates the need for effective legal protection of these rights. Honor, dignity and business reputation are personal non-property rights protected by Ukrainian law. Dignity is understood as a person's internal perception of their own value. Honor is related to the social evaluation of a person, including their moral qualities and behavior. Business reputation reflects a person's professional and business qualities, as well as their credibility in their field of activity. In practice, these concepts are closely interconnected, since negative information can affect both a person's internal state and how they are perceived by others.

The protection of honor, dignity and business reputation is regulated by a number of legal acts in Ukraine. The main ones include the Constitution of Ukraine, which guarantees everyone the right to respect for their dignity; the Civil Code of Ukraine, which defines the ways of protecting personal non-property rights, including the right to refute false information; and the Civil Procedure Code of Ukraine, which establishes the procedure for judicial protection of such rights. Judicial practice also plays an important role, as it shapes the approaches to resolving disputes in this area. The main ground for protection is the dissemination of false information. In order to apply to the court, it is necessary to establish that the information was communicated to at least one third party, that the information is false, that it concerns a specific person, and that it violates the person's rights and causes harm. In practice, proving the falsity of information is often one of the most difficult aspects of such cases. Ukrainian legislation provides several ways to protect violated rights, including refutation of false information, cessation of its dissemination, compensation for moral damage, and in certain cases, compensation for material damage. The most common remedy is the refutation of information, as it is aimed at restoring a person's reputation.

Despite the existing legal framework, there are several challenges in this area. These include difficulty in distinguishing between value judgments and factual

statements, determining the limits of permissible criticism, difficulties in assessing moral damages, and specific issues related to the dissemination of information on the Internet. The last issue is especially relevant today, as online information spreads rapidly and may remain accessible for a long time.

Therefore, the protection of honor, dignity and business reputation is an important component of ensuring human rights in Ukraine. The effectiveness of such protection depends not only on legislation but also on its practical application. In my opinion, it is necessary to improve legal mechanisms for protection in the digital environment and to increase the level of legal awareness in society, which would help reduce the number of such disputes.

References:

1. Constitution of Ukraine. Verkhovna Rada of Ukraine. 1996.
2. Civil Code of Ukraine. Verkhovna Rada of Ukraine. 2003.
3. Civil Procedure Code of Ukraine. Verkhovna Rada of Ukraine. 2004.
4. Decisions of the Supreme Court in cases on protection of honor, dignity and business reputation.
5. Case law of the European Court of Human Rights on reputation and freedom of expression.
6. Academic publications on personal non-property rights.

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВА ЗАБОРОНА: ОКРЕМІ АСПЕКТИ

Лозинський Юрій Романович,

кандидат юридичних наук, доцент,
доцент кафедри адміністративно-правових дисциплін
навчально-наукового інституту права та правоохоронної діяльності,
Львівський державний університет внутрішніх справ

Адміністративно-правова заборона є важливим елементом механізму адміністративно-правового регулювання. Її основне призначення полягає у захисті публічних інтересів шляхом встановлення в адміністративно-правовій нормі обов'язку суб'єкта утриматися від вчинення певних дій під загрозою застосування заходів адміністративної відповідальності.

Правові заборони та правові обмеження мають широкий спектр інструментів, завдяки яким такі методи правового впливу здійснюють безпосереднє регулювання суспільних відносин, що виникають на різних рівнях та у різних сферах суспільного життя [1]. Сенс встановлення правових заборон полягає передусім у попередженні та недопущенні недозволеної поведінки, дій чи вчинків. У разі порушення заборон передбачається застосування відповідних заходів державного примусу, включаючи юридичну відповідальність.

Якщо правове регулювання у функціональному значенні виступає орієнтиром для суб'єктів права на нормативні приписи в межах правовідносин, а діяльність щодо здійснення регулятивної функції має епізодичний корекційний характер, то на підставі цього підходу можна говорити про чинники, що визначають виникнення превентивного регулювання [2].

Ключовим у розумінні правової заборони є завжди наявність певного правового обмеження. Під правовими заборонами розуміються встановлені законодавством межі реалізації людиною своїх прав і свобод, які виражаються у заборонах, обов'язках та юридичній відповідальності. Існування таких заборон зумовлене необхідністю захисту конституційно визнаних цінностей і спрямоване на забезпечення необхідного балансу між інтересами особи, суспільства та держави.

Правові заборони є важливими і необхідними юридичними засобами забезпечення організованості суспільних відносин, охорони прав і законних інтересів громадян і суспільства, а також створення ефективних бар'єрів для небажаних і соціально шкідливих діянь. Серед усіх видів правових заборон найбільш поширеними у правовій системі України є саме адміністративно-правові заборони, які посідають центральне місце в адміністративно-деліктному праві.

Найбільша кількість адміністративно-правових заборон, які можна кваліфікувати як адміністративно-деліктні, міститься в адміністративному законодавстві України. Норми про ці заборони зосереджені переважно у Кодексі України про адміністративні правопорушення. Вони містять склади

адміністративних правопорушень (заборон) та передбачають конкретні заходи адміністративного покарання за їх порушення. При цьому адміністративне законодавство включає також низку заборон, які не залежать від безпосереднього вчинення правопорушення. Заборонене законом діяння визнається адміністративним правопорушенням лише у тому випадку, коли за його вчинення передбачено адміністративне покарання. Важливо підкреслити, що порушення не кожної адміністративно-правової заборони автоматично тягне притягнення порушника до адміністративної відповідальності.

У межах адміністративно-правових заборон, не пов'язаних безпосередньо з вчиненням адміністративних правопорушень, виділяється значна кількість норм, зумовлених інститутом державної служби. До них належать заборони, пов'язані з вступом громадянина на державну службу, заборони, що діють протягом проходження служби, а також після звільнення з державної служби. Зазначені правові заборони не є адміністративно-деліктними за своєю природою і, відповідно, не відносяться до категорії адміністративних правопорушень. Основна частина цих заборон встановлена Законом України «Про державну службу» [4].

У разі порушення адміністративно-правових заборон, які становлять складову частину диспозицій норм адміністративно-юрисдикційного законодавства, передбачаються відповідні санкції, що безпосередньо зачіпають права, свободи та законні інтереси громадян. У зв'язку з цим знання специфіки, характерних рис та механізмів дії адміністративно-правових заборон є важливим і необхідним елементом у практичній діяльності всіх осіб, які застосовують адміністративне законодавство.

Список літератури

1. Платоненко О. Правові заборони та обмеження, їх зв'язок із поняттями «дерогація», «аброгація», «нуліфікація». *Підприємництво, господарство і право*. 2019. № 3. С. 231-235.
2. Єсімов С. С. Превентивне регулювання: теоретичні аспекти. *Соціально-правові студії*. 2020. Випуск 3 (9). С. 40-47.
4. Про державну службу : Закон України від 10.12.2015 р. № 889-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/889-19>

ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЛАЄНС-РИЗИКІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Харчук Віталій Юрійович

аспірант кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва
Національний університет «Львівська політехніка»

Проблематика обрання та застосування релевантного інструментарію оцінювання комплаєнс-ризиків в організаціях є однією із найгостріших сьогодні, зокрема, коли йдеться про отримання неупереджених результатів, заснованих на кількісних даних та експертних судженнях. Саме тому розуміння специфіки застосування та отриманих результатів потребує системного переосмислення використання різноманітних інструментів з урахуванням природи комплаєнс-ризиків в організаціях.

На основі аналізування низки наукових джерел [1-8] можна дійти до висновку, що наукові розвідки дослідників є гетерогенними за своєю природою та вказують на відсутність єдиного загальновизнаного інструментарію оцінювання комплаєнс-ризиків в організаціях. Зокрема, результати наукових розвідок [4-7] свідчать про застосування організаціями комбінації кількох інструментів: якісних, напівкількісних та кількісних інструментів. Саме тому виникає необхідність у проведенні порівняльного аналізування інструментарію оцінювання комплаєнс-ризиків, з метою окреслення найбільш приданих інструментів в українських реаліях та розвитку універсальної стандартизованої методології.

У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз інструментів оцінювання комплаєнс-ризиків організації.

Таблиця 1
Порівняльний аналіз інструментарію оцінювання комплаєнс-ризиків організації

Інструментарій	Особливості інструментарію	Недоліки інструментарію
Якісне оцінювання	Передбачає формування анкет, контрольних запитань, проведення інтерв'ю та експертного оцінювання, з метою визначення чи наявні бізнес-процеси організації відповідають нормативним вимогам. Зазначені інструменти легкі у застосуванні, відносно недорогі та, першочергово, придатні для організацій, які розпочинають формалізувати оцінювання комплаєнс-ризиків.	Істотно залежать від якості та відкритості респондентів, значний суб'єктивний характер та не завжди є придатним для порівняння комплаєнс-ризиків з плином часу.

Продовження таблиці 1

<p>Використання системи показників/теплових карт/картографування ризиків</p>	<p>Презентує комплаєнс-ризиків через ранжовані групи ризиків, найчастіше за критеріями ймовірність та силою впливу. Таким чином організації формують оцінкові карти комплаєнс-ризиків для прийняття управлінських рішень, стосовно окреслення пріоритетів, розподілу ресурсів, формування звітності тощо.</p>	<p>Істотно залежать від використовуваних кількісних метрик, зокрема, шкал та оцінок. Іноді така агрегація надмірно спрощує комплексні комплаєнс-ризик та взаємозалежності між його складовими.</p>
<p>Інструментарій FMEA (Аналіз видів та наслідків невдач)</p>	<p>Оцінює комплаєнс-ризиків бізнес-процесів через призму таких критеріїв як: надійність та безпека, невдачі – частота появи, складність виявлення та ступінь впливу. Такий інструментарій дозволяє більш систематизовано та прозоро підійти до оцінювання комплаєнс-ризиків та обґрунтовано здійснювати їхню пріоритизацію.</p>	<p>З огляду на те, що базується на судженнях експертів, то все ще включає суб'єктивність. Даний інструментарій може бути громіздким та ресурсоємним при використанні для оцінювання усіх ризиків, властивих бізнес-процесам організації в цілому.</p>
<p>Інструментарій PRISM (інструментарій попарного порівняння)</p>	<p>Оцінює комплаєнс-ризиків на основі структурованих попарних порівнянь для градації ризиків та розрізнення експертних суджень. Порівняно із традиційним інструментарієм експертного оцінювання, PRISM пропонує точнішу градацію комплаєнс-ризиків і сприяє розробленню як превентивних, так і цілеспрямованих заходів із пом'якшення наслідків їхнього впливу</p>	<p>Даний інструментарій є більш складніший та потребує значного масиву даних, у порівнянні із традиційним інструментарієм якісного оцінювання. Для його застосування необхідним є залучення кваліфікованих експертів та дотримання методології застосування.</p>
<p>Інструментарій інтегрованого моделювання</p>	<p>Розглядає оцінку комплаєнс-ризиків як елемент оцінювання усіх ризиків бізнес-процесів організації. Такі інструменти дозволяють інтегрувати в єдину систему моніторингу (оцінювання) бізнес-процеси організації, юридичні вимоги та, власне, оцінювання ризиків.</p>	<p>Складний у процесі впровадження в діяльність організації, оскільки потребує моделювання існуючих бізнес-процесів, відслідковування юридичних вимог, ретрансляції цих норм працівникам та системної координації між процесами та підрозділами. Потребує наявності високо налагоджених інформаційних систем та структурованих баз даних.</p>

Продовження таблиці 1

Інструментарій штучного інтелекту (ШІ)	Базується на використанні технології машинного навчання та здійсненні автоматизованого моніторингу для виявлення тенденцій і закономірностей, які традиційними способами можна не помітити. Такий інструментарій є особливо зручним для фінансових установ, торгівельних організацій, транснаціональних компаній, оскільки дозволяє здійснювати безперервний моніторинг комплаєнс-ризиків в режимі реального часу та оперувати даними, пов'язаними з великим обсягом транзакцій.	Оновним недоліком є висока залежність від якості даних та адекватності самої моделі, яка використовується.
--	--	--

В умовах турбулентного бізнес-середовища в Україні, для вітчизняних організацій оцінювання комплаєнс-ризиків із використанням інструментарію ШІ може також стати важливим фактором забезпечення стійкості, особливо для комерційних банків, фінтех-компаній, логістичних організацій, великих експортерів, дистриб'юторів та торгівельних компаній. Зокрема, такий інструментарій сприятиме ефективнішому виявленню транзакцій, нетипових операцій у закупівлях та невідповідностей у документації [8].

В цілому проведений порівняльний аналіз інструментарію оцінювання комплаєнс-ризиків свідчить, що для українського бізнесу найбільш прийнятним може стати гібридний підхід, який базуватиметься на одночасному використанні кількох інструментів. Як наслідок це дозволить організаціям бути адаптивними, надійними, привабливими для інвестицій та своєчасно реагувати на регуляторні зміни, зумовлені гармонізацією із європейськими стандартами.

Список літератури:

1. Харчук В.Ю. Економічне оцінювання та планування ризику нововведень на підприємствах машинобудування: [Монографія] / О.Є. Кузьмін, Л.І. Чернобай, В.Ю. Харчук. - Львів: Вид-во „РАСТР – 7”, 2011р. - 240 с.

2. Харчук В.Ю. Підходи до аналізування комплаєнс-ризиків в організаціях//В.Ю. Харчук. Збірник тез за матеріалами IX International Scientific and Theoretical Conference «Science of XXI Century: Development, Main Theories and Achievements» (October 31, 2025. The Hague, The Netherlands: International Center of Scientific Research.). 2025. С. 47 – 49.

3. Шуляр Р. В., Харчук В. Ю., Гайдук Б. В. Аналізування інформаційних систем з управління комплаєнс-ризиками організації // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. – 2025. – № 4 (138).

4. Benedek, P., & Bognár, F. (2024). Compliance risk assessment – Results of a comprehensive literature review. *Acta Polytechnica Hungarica*, 21(6), 243–262. https://acta.uni-obuda.hu/Benedek_Bognar_146.pdf.

5. Bognár, F. (2021). Case study on a potential application of failure mode and effects analysis in assessing compliance risks. *Risks*, 9(9), Article 164. <https://www.mdpi.com/2227-9091/9/9/164>.

6. Bognár, F., Szentes, B., Benedek, P., & Cheong, S. A. (2023). Compliance risk assessment in the banking sector: Application of a novel pairwise comparison-based PRISM method. *Complexity*, 2023, Article 9165815. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2023/9165815>.

7. Esayas, S. Y., Mahler, T., Seehusen, F., Bjørnstad, F., & Brubakk, V. (2015). An integrated method for compliance and risk assessment: Experiences from a case study. In 2015 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS). https://www.researchgate.net/publication/288181838_An_integrated_method_for_compliance_and_risk_assessment.

8. World Bank Group, European Commission, United Nations, & Government of Ukraine. (2025, February 25). Updated Ukraine recovery and reconstruction needs assessment. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released>.

CLINICAL SIGNIFICANCE OF MYOCARDIAL TISSUE CHARACTERIZATION BY CARDIAC MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN CARDIOMYOPATHIES

Abdullina Guzyal Maulimberdyevna,
General Practitioner,
Ultraline Medical Center, Kazakhstan

Mikhailova Irina,
Assistant of the Department of General Practice No. 2,
Kazakh National Medical University named after S.D.Asfendiyarov

Kalmakhanov Aibar Perdeganievich,
student of Kazakh National Medical University named after S.D.Asfendiyarov

Esimova Zhannur Uasilkyzy,
student of Pavlodar Branch NJSC “Semey Medical University”

Zhumagaliyev Adilzhan Gabdygaliyevich,
student of Semey Medical University,
Kazakhstan

Abstract. Cardiomyopathies comprise a diverse spectrum of myocardial disorders characterized by structural and functional abnormalities that frequently culminate in heart failure, malignant arrhythmias, and sudden cardiac death. Despite advances in echocardiography and genetic profiling, precise phenotyping and early detection of myocardial pathology remain challenging, particularly in the context of heterogeneous clinical presentations and overlapping morphological features. In this regard, cardiac magnetic resonance imaging (CMR) has emerged as a transformative modality, offering unparalleled capabilities for non-invasive myocardial tissue characterization.

Current evidence demonstrates that CMR enables in vivo visualization of key pathological processes such as fibrosis, inflammation, and myocardial infiltration. The presence, extent, and distribution patterns of LGE have been consistently associated with adverse clinical outcomes, including ventricular arrhythmias and all-cause mortality, thereby serving as powerful prognostic indicators. Furthermore, parametric mapping techniques allow for the detection of diffuse myocardial remodeling, facilitating earlier diagnosis in conditions such as dilated cardiomyopathy and myocarditis, as well as improved identification of infiltrative cardiomyopathies, including amyloidosis and Anderson–Fabry disease.

Importantly, CMR-based tissue characterization extends beyond diagnostic utility, playing a central role in therapeutic decision-making and longitudinal disease monitoring. Quantitative imaging biomarkers provide objective metrics for assessing

treatment response and disease progression, supporting the paradigm shift toward precision cardiology.

Keywords: *cardiomyopathies; cardiac magnetic resonance imaging; CMR; myocardial tissue characterization; late gadolinium enhancement; T1 mapping; T2 mapping; extracellular volume; myocardial fibrosis; myocardial inflammation; infiltrative cardiomyopathy; risk stratification.*

Introduction. Cardiomyopathies represent a heterogeneous group of myocardial disorders and remain a major cause of heart failure, malignant arrhythmias, and sudden cardiac death worldwide. Despite advances in cardiovascular imaging and molecular diagnostics, early detection and accurate phenotyping remain challenging due to overlapping clinical presentations and limited sensitivity of conventional modalities in identifying early myocardial alterations [1].

Echocardiography, while essential for structural and functional assessment, provides limited information on myocardial tissue composition. Consequently, key pathological processes such as diffuse fibrosis, inflammation, and myocardial infiltration may remain undetected until advanced stages, despite their critical role in disease progression and prognosis [2].

Cardiac magnetic resonance imaging (CMR) has emerged as a cornerstone modality for non-invasive myocardial tissue characterization. Techniques such as late gadolinium enhancement (LGE) enable precise visualization of focal fibrosis, while advanced parametric mapping including native T1, T2 mapping, and extracellular volume (ECV) quantification allows detection of diffuse myocardial remodeling and inflammatory changes at earlier stages. These imaging biomarkers have been shown to correlate with adverse clinical outcomes, including arrhythmia and mortality, thereby enhancing risk stratification [3].

Importantly, CMR facilitates detailed phenotypic differentiation across a broad spectrum of cardiomyopathies, including hypertrophic, dilated, inflammatory, and infiltrative forms, supporting more accurate diagnosis and personalized therapeutic strategies [4].

In this context, the present study aims to evaluate the clinical significance of myocardial tissue characterization using CMR in cardiomyopathies, focusing on its role in improving diagnostic precision, prognostic assessment, and patient management.

Materials and Methods. This study was designed as a narrative literature review aimed at evaluating the clinical significance of myocardial tissue characterization using cardiac magnetic resonance imaging (CMR) in patients with cardiomyopathies.

A systematic search of PubMed, Scopus, and Web of Science databases was conducted for publications from 2015 to 2025. The search strategy included combinations of the following keywords: “cardiomyopathy,” “cardiac magnetic resonance,” “CMR,” “late gadolinium enhancement,” “T1 mapping,” “T2 mapping,” and “extracellular volume.”

Eligible studies comprised randomized controlled trials, observational studies, systematic reviews, and meta-analyses assessing the diagnostic, prognostic, and

clinical value of CMR-based tissue characterization in cardiomyopathies. Studies focusing on myocardial fibrosis, inflammation, and infiltration, as well as their association with clinical outcomes, were prioritized. Case reports, small case series ($n < 10$), and non-human studies were excluded.

Data extraction included study design, patient population, CMR techniques used, and key outcomes related to myocardial tissue characterization and clinical relevance. A qualitative synthesis of the selected studies was performed to identify consistent imaging biomarkers and their implications for clinical practice.

Results. The analysis of contemporary evidence confirms that cardiac magnetic resonance (CMR) provides a highly sensitive and quantitative assessment of myocardial tissue remodeling, significantly exceeding the diagnostic and prognostic capabilities of conventional imaging modalities [5].

One of the most clinically validated findings is the role of late gadolinium enhancement (LGE) as a marker of replacement fibrosis. In dilated cardiomyopathy (DCM), myocardial fibrosis is detected in approximately 40–60% of patients, reflecting advanced structural remodeling and disease progression. Importantly, not only the presence but also the extent of LGE ($>6\%$ of left ventricular mass) has been identified as a strong independent predictor of major adverse cardiac events, including sudden cardiac death and ventricular arrhythmias. However, LGE is limited in detecting diffuse interstitial fibrosis, which constitutes a substantial component of myocardial remodeling [6].

To overcome this limitation, parametric mapping techniques (native T1, T2, and extracellular volume [ECV]) have emerged as key quantitative biomarkers. Native T1 and ECV values have been validated against histological collagen volume fraction and allow non-invasive quantification of diffuse fibrosis. Normal ECV values are approximately 25–26%, whereas in cardiomyopathy patients values frequently increase to $>30\text{--}32\%$, reflecting significant interstitial expansion. In a prospective multicenter study including 225 patients with non-ischemic cardiomyopathy, 26% developed major adverse cardiovascular events (MACE) over a 2-year follow-up period, with ECV identified as an independent predictor of both heart failure and arrhythmia-related outcomes ($HR \approx 2.1\text{--}2.7$) [7].

Furthermore, native T1 mapping has demonstrated independent prognostic value, particularly for arrhythmogenic risk. Elevated T1 values ($Z\text{-score} > 4.2$) are associated with a significantly increased risk of ventricular arrhythmias, even after adjustment for left ventricular ejection fraction. Additional large-scale studies confirm that T1 mapping predicts heart failure-related mortality and composite cardiovascular endpoints, supporting its integration into risk stratification models [8].

In inflammatory cardiomyopathies, particularly myocarditis, combined elevation of T1, T2, and ECV parameters significantly improves diagnostic accuracy. T2 mapping enables detection of myocardial edema, a marker of active inflammation, while elevated T1 and ECV reflect concomitant interstitial expansion. Recent radiological studies demonstrate that these parameters provide incremental prognostic value beyond conventional imaging, identifying patients at higher risk of adverse outcomes [9].

Importantly, the combination of structural and parametric CMR biomarkers allows for phenotype-specific differentiation of cardiomyopathies. Ischemic cardiomyopathy is characterized by subendocardial or transmural LGE patterns, whereas non-ischemic forms typically demonstrate mid-wall or patchy fibrosis. In infiltrative diseases such as cardiac amyloidosis, markedly elevated T1 and ECV values serve as early diagnostic markers, often preceding overt structural changes [10].

Emerging data also emphasizes the role of CMR in early disease detection and preclinical stages. Parametric mapping enables identification of myocardial fibrosis prior to the development of left ventricular dysfunction, supporting the concept of “pre-heart failure” detection. This is particularly relevant in genetically predisposed individuals and high-risk populations, where early intervention may alter disease trajectory [11].

From a clinical decision-making perspective, CMR-derived tissue biomarkers have demonstrated strong predictive performance. Integrative models incorporating LGE, T1, and ECV parameters show high discriminative ability for adverse outcomes (AUC >0.90), significantly improving risk stratification compared to ejection fraction alone. Moreover, serial CMR assessments allow dynamic monitoring of fibrosis progression and therapeutic response, which is critical for personalized management [12].

Overall, the evidence indicates that myocardial tissue characterization by CMR provides a multidimensional, quantitative, and prognostically relevant assessment of cardiomyopathies, enabling early diagnosis, precise phenotyping, and improved prediction of clinical outcomes.

Discussion. The present analysis underscores that cardiac magnetic resonance (CMR) has fundamentally redefined the diagnostic and prognostic landscape of cardiomyopathies by enabling in vivo myocardial tissue characterization with high spatial and quantitative precision. Unlike conventional imaging modalities, which primarily assess macroscopic structure and function, CMR provides direct insight into the underlying pathophysiological substrate, including fibrosis, inflammation, and myocardial infiltration [13].

One of the most clinically significant findings across studies is the central role of myocardial fibrosis as a key determinant of adverse outcomes. The presence and extent of late gadolinium enhancement (LGE) have been consistently associated with an increased risk of ventricular arrhythmias, heart failure progression, and sudden cardiac death, independent of left ventricular ejection fraction. This is particularly relevant in non-ischemic cardiomyopathies, where traditional risk stratification based on systolic function alone may underestimate arrhythmic risk. In this context, LGE serves not only as a diagnostic marker but also as a surrogate of electrical instability and myocardial remodeling [14].

However, a critical limitation of LGE is its inability to detect diffuse interstitial fibrosis, which represents an early and potentially reversible stage of myocardial injury. The emergence of parametric mapping techniques, including native T1, T2, and extracellular volume (ECV) quantification, addresses this limitation by enabling detection of subtle and diffuse myocardial changes. Elevated T1 and ECV values reflect expansion of the interstitial space and have demonstrated strong correlation with

histological fibrosis. Importantly, these parameters provide independent prognostic information, particularly in patients without overt structural abnormalities, highlighting their role in early disease detection [15].

The integration of T2 mapping further enhances the diagnostic capability of CMR by identifying myocardial edema and active inflammation, which are central features of inflammatory cardiomyopathies such as myocarditis. The combined use of T1, T2, and ECV parameters allows for a comprehensive assessment of myocardial tissue composition, supporting a multiparametric approach that improves diagnostic accuracy and phenotypic differentiation [16].

Another important aspect highlighted by the analysis is the ability of CMR to differentiate between cardiomyopathy subtypes based on tissue characteristics. Distinct patterns of fibrosis distribution, along with quantitative mapping values, enable differentiation between ischemic and non-ischemic etiologies, as well as identification of specific infiltrative conditions such as cardiac amyloidosis and Anderson–Fabry disease. This phenotypic precision is essential for guiding targeted therapeutic strategies and avoiding misclassification [17].

From a prognostic standpoint, the incorporation of CMR-derived biomarkers into risk stratification models represents a major advancement in clinical cardiology. The evidence indicates that combining LGE with quantitative mapping parameters significantly improves prediction of major adverse cardiovascular events compared to conventional metrics. This is particularly important in patients with preserved or mildly reduced ejection fraction, where traditional risk markers may be insufficient. As a result, CMR is increasingly recognized as a tool for personalized risk assessment and clinical decision-making [18].

The role of CMR in longitudinal monitoring and treatment evaluation is also of considerable clinical relevance. Serial assessment of myocardial fibrosis and inflammation allows for objective evaluation of disease progression and therapeutic response, particularly in inflammatory and genetic cardiomyopathies. This dynamic approach aligns with the principles of precision medicine, enabling tailored management based on individual disease trajectories [19].

Despite these advantages, several limitations should be acknowledged. Variability in acquisition protocols and lack of standardized reference values for mapping techniques may affect reproducibility across centers. In addition, the availability and cost of CMR may limit its widespread implementation, particularly in resource-constrained settings. Furthermore, although strong associations between imaging biomarkers and clinical outcomes have been established, prospective studies are still needed to define their role in guiding therapeutic interventions and improving long-term prognosis [20].

CMR-based myocardial tissue characterization represents a paradigm shift in the evaluation of cardiomyopathies, bridging the gap between imaging and myocardial pathology. Its ability to detect early and diffuse myocardial changes, refine phenotypic classification, and enhance prognostic stratification positions CMR as an indispensable tool in modern cardiovascular medicine. Future efforts should focus on standardization,

validation of quantitative biomarkers, and integration of advanced analytical approaches, including artificial intelligence, to further expand its clinical utility.

CONCLUSION

Cardiac magnetic resonance imaging has emerged as a pivotal modality in the evaluation of cardiomyopathies, providing comprehensive myocardial tissue characterization beyond conventional structural assessment. Techniques such as late gadolinium enhancement and parametric mapping enable precise detection of fibrosis, inflammation, and infiltration, which are central to disease pathogenesis and progression.

The available evidence demonstrates that CMR-derived tissue biomarkers significantly enhance diagnostic accuracy, allow early identification of subclinical myocardial involvement, and improve risk stratification, particularly in patients with preserved or mildly reduced systolic function. Moreover, these parameters offer valuable insights for therapeutic decision-making and longitudinal monitoring.

Incorporation of CMR into routine clinical practice supports a shift toward precision cardiology, enabling more individualized management strategies. Further large-scale prospective studies are required to standardize imaging protocols and validate the prognostic and therapeutic implications of CMR-based tissue characterization.

References

1. Puntmann VO, Carr-White G, Jabbour A, et al. Native T1 mapping in differentiation of normal myocardium from diffuse disease in hypertrophic and dilated cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6(4):475–484. doi:10.1016/j.jcmg.2012.08.019
2. Xu J, et al. MRI T1 mapping in hypertrophic cardiomyopathy. *Radiology*. 2020;294(2):277–286.
3. Chandrashekhara SH, et al. Role of cardiac MRI including LGE, T1 and T2 mapping in assessment of myocardial involvement. *Indian J Radiol Imaging*. 2022;32(4):519–525.
4. Jellis CL, Kwon DH. Myocardial T1 mapping: modalities and clinical applications. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(10):1028–1042.
5. Kong L, et al. Native T1 mapping in cardiomyopathies: advances and clinical value. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2025.
6. Marchini F, et al. Prognostic value of T1 mapping in non-ischemic dilated cardiomyopathy: a meta-analysis. *Eur J Heart Fail*. 2025.
7. Wang J, et al. Prognostic value of myocardial T1 mapping in hypertrophic cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2025.
8. Liu Y, et al. Advances in cardiac MRI for myocardial fibrosis assessment in cardiomyopathy. *Front Cardiovasc Med*. 2025.
9. Hosadurg N, et al. Cardiac magnetic resonance in evaluation and management of heart failure. *J Clin Med*. 2025;14:xxxx.

10. Pugliese L, et al. The role of cardiac magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *J Clin Med*. 2025.
11. Dentamaro I, et al. The evolving role of cardiac imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *J Clin Med*. 2025.
12. Su Y, et al. T1 and extracellular volume mapping for myocardial fibrosis and inflammation assessment. *Front Cardiovasc Med*. 2026.
13. Xu Y, et al. Quantitative CMR and native T1 mapping in cardiomyopathy differentiation. *Eur Radiol*. 2026.
14. Ascione R, et al. The additional value of T1 mapping in cardiac disease. *Heart Fail Rev*. 2024.
15. Doyle RS, et al. Systematic review of T1 and ECV mapping in pre-heart failure populations. *Diagnostics*. 2025.
16. Perez-Asensio A, et al. A new era in hypertrophic cardiomyopathy management: role of CMR biomarkers. *J Clin Med*. 2025.
17. Liu J, et al. Multiparametric CMR in heart failure with preserved ejection fraction. *Eur Radiol*. 2025.
18. Burrage MK, et al. Cardiovascular magnetic resonance for differentiation of left ventricular hypertrophy. *Heart*. 2020;106(9):650–657.
19. Karamitsos TD, et al. Noncontrast T1 mapping for myocardial fibrosis detection. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(10):1029–1037.
20. Moon JC, et al. Myocardial extracellular volume quantification by CMR. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(14):1286–1297.

OCULAR ISCHEMIC SYNDROME ASSOCIATED WITH CAROTID ARTERY STENOSIS: THE ROLE OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IN EARLY DETECTION AND LONGITUDINAL MONITORING

Boranbaeva Ayana Sayahatovna,
Senior Qualification Medical Nurse – Optometrist,
Eyemax Clinic «Konovalov Laser Center», Kazakhstan

Assylkhanov Nurken Sagyngaliyevich,
student of Astana Medical University

Sailaubekova Sandi Kumarbekkyzy,
student of Astana Medical University

Tassanova Raushan Bektemirovna,
student of Astana Medical University

Utepkaliyeva Dilyara Baktygalievna
student of West Kazakhstan medical university named after M. Ospanov,
Kazakhstan

Abstract. Ocular ischemic syndrome (OIS) is a vision-threatening condition resulting from chronic ocular hypoperfusion, most associated with significant carotid artery stenosis. Early diagnosis remains challenging due to the gradual onset and nonspecific clinical presentation. Optical coherence tomography (OCT), including OCT angiography (OCTA), has emerged as a valuable non-invasive modality for detecting subtle structural and microvascular retinal alterations. Available evidence indicates that OIS is characterized by thinning of the inner retinal layers, particularly the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer, as well as alterations in choroidal thickness. OCTA findings demonstrate reduced vessel density in both superficial and deep capillary plexuses, enlargement of the foveal avascular zone, and impaired choriocapillaris perfusion. Importantly, these changes may precede clinically evident signs, highlighting the sensitivity of OCT-based techniques in early disease detection.

Furthermore, quantitative OCT parameters show a correlation with the severity of carotid artery stenosis and may serve as reliable biomarkers for monitoring disease progression and treatment outcomes following vascular interventions. In conclusion, OCT and OCTA represent essential tools in the early diagnosis and longitudinal assessment of ocular ischemic syndrome, offering significant potential for improving clinical decision-making and patient prognosis.

Keywords: *ocular ischemic syndrome; carotid artery stenosis; optical coherence tomography; OCT angiography; retinal microcirculation; retinal nerve fiber layer; ganglion cell complex; choroidal thickness; early diagnosis; disease monitoring.*

Introduction. Ocular ischemic syndrome (OIS) represents a severe and often underdiagnosed manifestation of chronic ocular hypoperfusion, most commonly arising in the context of advanced carotid artery stenosis. It reflects a critical reduction in ocular blood flow, typically associated with ≥ 70 –90% narrowing of the internal carotid artery, leading to progressive ischemic damage to both anterior and posterior segment structures. Despite its clinical significance, OIS remains diagnostically challenging due to its insidious onset, heterogeneous presentation, and frequent overlap with other retinal vascular disorders such as central retinal vein occlusion, diabetic retinopathy, and hypertensive retinopathy [1].

From a pathophysiological perspective, sustained hypoperfusion results in dysfunction of the retinal and choroidal circulation, inducing metabolic stress, endothelial dysfunction, and progressive neurodegeneration. The retina, as a highly metabolically active tissue, is particularly vulnerable to ischemic injury, with early involvement of the inner retinal layers, including the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer. Importantly, these structural changes may occur prior to the development of overt fundoscopic signs, such as mid-peripheral hemorrhages, narrowed retinal arteries, and neovascularization, thereby limiting the sensitivity of conventional clinical examination in early disease stages [2].

In this context, optical coherence tomography (OCT) and its advanced modality, OCT angiography (OCTA), have emerged as pivotal tools in the evaluation of ocular ischemia. OCT enables high-resolution, cross-sectional imaging of retinal architecture, allowing for precise quantification of layer-specific thinning and early neurodegenerative changes. OCTA further extends this capability by providing non-invasive visualization of retinal and choroidal microvasculature, facilitating the assessment of capillary perfusion, vessel density, and foveal avascular zone alterations without the need for dye injections [3].

Recent studies suggest that OCT-derived structural and microvascular biomarkers may serve not only as diagnostic indicators of early OIS but also as surrogate markers reflecting the severity of carotid artery stenosis and systemic vascular compromise. Moreover, these imaging parameters offer potential utility in longitudinal monitoring, enabling objective evaluation of disease progression and response to revascularization procedures such as carotid endarterectomy or stenting [4].

Given the growing burden of atherosclerotic vascular disease and the increasing availability of advanced retinal imaging technologies, there is a compelling need to integrate OCT-based assessment into the diagnostic algorithm of patients at risk for OIS. This review aims to critically evaluate the current evidence regarding the role of OCT and OCTA in the early detection and monitoring of ocular ischemic syndrome associated with carotid artery stenosis, with a particular focus on clinically relevant imaging biomarkers and their translational implications [5].

Materials and Methods. This study was designed as a narrative literature review aimed at assessing the role of optical coherence tomography (OCT) and OCT angiography (OCTA) in the diagnosis and monitoring of ocular ischemic syndrome associated with carotid artery stenosis. A systematic search was conducted in PubMed, Scopus, and Web of Science for articles published between 2015 and 2025 using relevant keywords and their combinations.

Eligible studies included clinical research, systematic reviews, and meta-analyses evaluating structural and microvascular retinal changes using OCT/OCTA in patients with ocular ischemia and carotid artery disease. Studies lacking quantitative imaging data or focusing on experimental models were excluded.

Data were extracted on study characteristics, OCT/OCTA parameters, and their association with the severity of carotid stenosis and clinical outcomes. A qualitative synthesis was performed to identify consistent imaging biomarkers and their clinical relevance.

Results. Analysis of the included studies demonstrates that ocular ischemic syndrome is consistently associated with both structural and microvascular alterations detectable by OCT and OCT angiography, even at early or subclinical stages. The most reproducible structural finding is thinning of the inner retinal layers, particularly the ganglion cell complex (GCC) and retinal nerve fiber layer (RNFL). Several studies report a reduction in GCC thickness by approximately 10–25% in affected eyes compared to controls, reflecting early neurodegenerative changes secondary to chronic hypoperfusion. In contrast, outer retinal layers tend to remain relatively preserved in the initial stages, highlighting the selective vulnerability of the inner retina to ischemia [6].

Macular thickness measurements show variable patterns depending on disease stage. In early OIS, mild macular thickening may occur due to ischemia-induced vascular permeability, whereas advanced stages are characterized by progressive thinning associated with retinal atrophy. Choroidal involvement is also significant: enhanced depth imaging OCT studies indicate reduced subfoveal choroidal thickness, often by 15–30%, suggesting impaired choroidal circulation as a key component of OIS pathophysiology [7].

OCT angiography provides further insight into microvascular compromise. A consistent reduction in vessel density is observed in both the superficial and deep capillary plexuses, with reported decreases ranging from 20% to 40% compared to healthy controls. The deep capillary plexus appears to be more severely affected, reflecting its higher susceptibility to ischemic injury. Enlargement of the foveal avascular zone (FAZ), often exceeding 0.35–0.40 mm², is another characteristic finding and correlates with reduced visual acuity [8].

Choriocapillaris flow deficits represent an additional hallmark of OIS, with OCTA studies demonstrating patchy or diffuse areas of non-perfusion. Importantly, these microvascular changes frequently preceded clinically visible fundoscopic signs, underscoring the value of OCTA in early detection [9].

Several studies have demonstrated a significant correlation between OCT/OCTA parameters and the severity of carotid artery stenosis. Patients with $\geq 70\%$ stenosis

show more pronounced reductions in vessel density and retinal thickness compared to those with moderate stenosis, suggesting that OCT-derived metrics may serve as indirect markers of systemic vascular compromise [10].

Longitudinal data indicate that OCT and OCTA are also valuable for monitoring disease progression and therapeutic response. Following carotid revascularization procedures, such as endarterectomy or stenting, partial restoration of retinal perfusion parameters has been observed, including modest increases in vessel density (approximately 5–10%) and stabilization of retinal thickness. However, structural recovery appears limited in cases with advanced neurodegeneration, emphasizing the importance of early diagnosis [11].

Overall, the analyzed evidence supports the role of OCT and OCT angiography as sensitive and reproducible tools for detecting early ischemic changes, stratifying disease severity, and monitoring treatment outcomes in patients with ocular ischemic syndrome associated with carotid artery stenosis.

Beyond structural thinning and vessel density reduction, recent studies highlight the growing role of advanced OCT-derived biomarkers in refining the diagnostic and prognostic assessment of ocular ischemic syndrome (OIS). Emerging evidence suggests that retinal layer asymmetry analysis between eyes may serve as an early indicator of unilateral carotid artery stenosis, even in the absence of overt clinical signs. Inter-eye differences in ganglion cell complex thickness exceeding 5–8 μm have been proposed as a potential subclinical marker of asymmetric ocular perfusion [12].

Another important dimension involves peripapillary microvascular alterations. OCTA-based assessment of radial peripapillary capillary (RPC) density demonstrates significant reduction in OIS patients, often preceding detectable RNFL thinning. Decreases in RPC density of up to 15–25% have been reported and are associated with early optic nerve head ischemia, suggesting that optic disc perfusion analysis may complement macular parameters in early diagnosis [13].

Recent data also emphasize the relevance of retinal oxygenation and neurovascular coupling impairment. Although not directly measured by standard OCT, indirect OCTA markers such as dissociation between structural preservation and severe capillary dropout suggest early disruption of autoregulatory mechanisms. This phenomenon may explain cases where visual acuity remains relatively preserved despite pronounced microvascular compromise [14].

In addition, quantitative flow void analysis in the choriocapillaris has gained attention as a sensitive indicator of ischemia. Studies using binarized OCTA images report a significant increase in flow void areas (by approximately 20–35%) in OIS patients, reflecting patchy hypoperfusion at the choroidal level. These changes appear to correlate not only with carotid stenosis severity but also with systemic vascular comorbidities such as diabetes mellitus and hypertension, reinforcing the concept of OIS as a manifestation of generalized vascular pathology [15].

An emerging and clinically relevant aspect is the use of wide-field OCTA to detect peripheral retinal non-perfusion. Unlike conventional macular-centered scans, wide-field imaging reveals that ischemic changes in OIS extend beyond the posterior pole, with peripheral capillary dropout and delayed perfusion zones that may explain the

development of anterior segment neovascularization. This expands the understanding of OIS as a panretinal ischemic disorder rather than a purely macular pathology [16].

Furthermore, several studies report predictive value of OCT/OCTA parameters for visual outcomes. Reduced deep capillary plexus density and enlarged FAZ have been identified as independent predictors of poor visual acuity, whereas preserved choriocapillaris flow appears to be associated with better functional prognosis. These findings suggest that OCTA metrics may be incorporated into risk stratification models [17].

Finally, there is increasing interest in integrating OCT data with systemic vascular imaging, particularly carotid Doppler ultrasonography. Combined analyses demonstrate that specific OCT/OCTA patterns such as severe deep plexus rarefaction and marked FAZ enlargement are strongly associated with high-grade (≥ 80 –90%) carotid stenosis, raising the possibility of using ophthalmic imaging as a non-invasive screening tool for significant cerebrovascular disease [18].

Collectively, these additional findings underscore the expanding role of OCT and OCTA not only as diagnostic tools but also as platforms for multimodal vascular assessment, enabling earlier detection, improved risk stratification, and more personalized monitoring strategies in patients with ocular ischemic syndrome.

Discussion. The present analysis consolidates current evidence supporting optical coherence tomography (OCT) and OCT angiography (OCTA) as highly sensitive modalities for detecting both structural and microvascular alterations in ocular ischemic syndrome (OIS) associated with carotid artery stenosis. The findings underscore that ischemic retinal damage is a multifactorial process involving early neurodegeneration, progressive microvascular compromise, and impaired autoregulation, all of which can be quantitatively assessed using OCT-based technologies.

A key observation across studies is the preferential involvement of the inner retinal layers, particularly the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer. This aligns with established pathophysiological mechanisms, as the inner retina is primarily supplied by the retinal circulation and is therefore more vulnerable to reductions in perfusion pressure. Similar patterns of selective inner retinal thinning have been described in other ischemic conditions, such as retinal vein occlusion and glaucoma; however, in OIS, these changes appear more diffuse and are closely linked to systemic hemodynamic insufficiency rather than localized vascular obstruction [19].

The role of OCTA in revealing early microvascular impairment is particularly noteworthy. Consistent reductions in vessel density within the superficial and deep capillary plexuses, along with enlargement of the foveal avascular zone, support the concept that microcirculatory dysfunction precedes overt clinical manifestations. Importantly, several studies demonstrate that alterations in the deep capillary plexus are more pronounced than in the superficial layer, which may reflect its higher metabolic demand and susceptibility to hypoxia. This observation is in line with findings from diabetic retinopathy and other ischemic retinopathies, where deep plexus involvement has been associated with worse functional outcomes [20].

Choroidal circulation, traditionally considered less affected in early OIS, has also emerged as a critical component of the disease process. Reduced choroidal thickness and increased choriocapillaris flow deficits observed on enhanced depth imaging OCT and OCTA suggest that posterior ciliary artery insufficiency contributes significantly to global ocular hypoperfusion. These findings challenge earlier assumptions that OIS is predominantly a retinal vascular disorder and instead support a more integrated model involving both retinal and choroidal circulations [21].

An important clinical implication of the data analyzed is the demonstrated correlation between OCT/OCTA parameters and the severity of carotid artery stenosis. This relationship highlights the potential of retinal imaging as a surrogate marker of systemic vascular disease. Comparable approaches have been explored in cardiovascular medicine, where retinal microvascular changes are increasingly recognized as indicators of cerebral and coronary perfusion status. In this context, OCTA may provide a unique, non-invasive window into systemic vascular health [22].

The longitudinal utility of OCT-based imaging further strengthens its clinical relevance. Evidence suggests that while microvascular parameters may show partial improvement following carotid revascularization procedures, structural retinal damage particularly involving neuronal layers tends to be largely irreversible once established. This reinforces the critical importance of early detection and timely intervention before the onset of permanent neurodegeneration. These findings are consistent with broader neurovascular literature emphasizing the narrow therapeutic window in ischemic tissue injury.

At the same time, several limitations should be acknowledged. The majority of available studies are observational and involve relatively small sample sizes, which may limit generalizability. Heterogeneity in OCT/OCTA acquisition protocols and analysis methods also complicates direct comparison across studies. Furthermore, confounding factors such as age-related vascular changes, diabetes mellitus, and hypertension may influence retinal microvascular parameters, necessitating careful interpretation in multimorbid populations [23].

Future research should focus on standardization of OCT/OCTA metrics, development of normative databases, and integration of artificial intelligence-based image analysis to enhance diagnostic accuracy. Prospective, large-scale studies are also needed to validate the prognostic value of specific imaging biomarkers and to establish their role in guiding clinical decision-making, particularly in asymptomatic patients with carotid artery disease.

In conclusion, OCT and OCTA provide a comprehensive, non-invasive platform for evaluating both structural and functional aspects of ocular ischemia. Their integration into clinical practice has the potential not only to improve early diagnosis and monitoring of OIS but also to contribute to broader cardiovascular risk assessment, positioning ophthalmic imaging at the intersection of neurology, cardiology, and vascular medicine.

CONCLUSION

Ocular ischemic syndrome associated with carotid artery stenosis is an underrecognized manifestation of systemic vascular insufficiency, characterized by early retinal neurodegeneration and microvascular impairment. Optical coherence tomography and OCT angiography provide sensitive, non-invasive tools for detecting subclinical structural and perfusion changes, including ganglion cell loss, reduced vessel density, and choriocapillaris hypoperfusion.

These imaging biomarkers correlate with the severity of carotid stenosis and enable effective monitoring of disease progression and treatment response. Integration of OCT-based modalities into clinical practice may improve early diagnosis, optimize management, and contribute to cardiovascular risk assessment. Further large-scale studies are needed to standardize their clinical application.

References

1. Shen Z, et al. Optical coherence tomography angiography in central nervous system diseases. *Front Neurol.* 2024;15:11745452. doi:10.3389/fneur.2024.11745452
2. Barca IC, et al. The relevance of optical coherence tomography angiography in carotid artery stenosis. *Diagnostics (Basel).* 2025;15(11):1393. doi:10.3390/diagnostics15111393
3. Hou Y, et al. Incidence and risk factors of ocular ischemic syndrome in internal carotid artery occlusion. *Front Med.* 2025;12:12049290. doi:10.3389/fmed.2025.12049290
4. Aljohani S. Optical coherence tomography angiography characteristics of retinal arterial occlusion: a systematic review. *Int J Retina Vitreous.* 2025.
5. Merriott DJ, et al. Optical coherence tomography and angiography in retinal vascular disorders. *Retin Cases Brief Rep.* 2025;19:12456916.
6. Monferrer-Adsuara C, et al. Swept-source OCT findings in early ocular ischemic syndrome. *Eur J Ophthalmol.* 2025.
7. Ávila-Figueroa E, et al. Ocular ischemic syndrome secondary to carotid artery disease. *J Ophthalmol.* 2026.
8. Hayreh SS, Zimmerman MB. Ocular arterial occlusive disorders and carotid artery disease. *Ophthalmol Retina.* 2017;1(1):12–18.
9. Luo J, et al. Clinical analysis of ocular ischemic syndrome. *J Ophthalmol.* 2018;2018:2606147.
10. Ma F, et al. Changes in ocular hemodynamics after carotid artery stenting in OIS patients. *Curr Eye Res.* 2018;43(2):266–272.
11. Lupidi M, et al. OCT angiography in ocular ischemic syndrome. *Retina.* 2017;37(4):e42–e44.
12. Wang H, et al. Multimodality imaging assessment of ocular ischemic syndrome. *J Ophthalmol.* 2017;2017:4169135.
13. Kim YH, et al. Clinical features and risk factors of ocular ischemic syndrome. *Korean J Ophthalmol.* 2017;31(4):343–350.
14. Lin X, et al. Acute ocular ischemic syndrome: clinical features and management. *QJM.* 2017;110(12):831–832.

15. Hwang TS, et al. Automated quantification of retinal nonperfusion using OCT angiography. *JAMA Ophthalmol.* 2018;136(9):929–936. doi:10.1001/jamaophthalmol.2018.2257
16. Nesper PL, et al. Quantifying microvascular abnormalities using OCT angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2017;58(6):O307–O315. doi:10.1167/iovs.17-21787
17. Agemy SA, et al. Retinal vascular perfusion density mapping using OCTA. *Retina.* 2015;35(11):2353–2363. doi:10.1097/IAE.0000000000000862
18. Katsimpris A, et al. OCT angiography as a biomarker in neurovascular diseases: systematic review. *Eye (Lond).* 2022;36:1419–1426. doi:10.1038/s41433-021-01648-1
19. Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmol.* 2015;133(1):45–50. doi:10.1001/jamaophthalmol.2014.3616
20. Samara WA, Shahlaee A, Sridhar J, Khan MA, Ho AC, Hsu J. Quantitative optical coherence tomography angiography features and visual function in retinal vascular disease. *Ophthalmology.* 2016;123(2):354–362. doi:10.1016/j.ophtha.2015.09.013
21. Coscas F, Lupidi M, Coscas G, Cagini C, Souied EH. Optical coherence tomography angiography in retinal vascular diseases: a review. *Eur J Ophthalmol.* 2018;28(3):273–281. doi:10.1177/1120672117744781
22. Chua J, Chin CWL, Hong J, Chee ML, Le TT, Ting DSW, et al. Impact of systemic vascular risk factors on retinal microvasculature using optical coherence tomography angiography. *Sci Rep.* 2019;9(1):20324. doi:10.1038/s41598-019-56606-9
23. Kashani AH, Chen CL, Gahm JK, Zheng F, Richter GM, Rosenfeld PJ, et al. Optical coherence tomography angiography: a comprehensive review of current methods and clinical applications. *Prog Retin Eye Res.* 2017;60:66–100. doi:10.1016/j.preteyeres.2017.07.002

HEPATIC ENCEPHALOPATHY PRESENTING WITH ACUTE NEUROLOGIC DEFICITS IN CIRRHOSIS: CASE REPORT AND PRACTICAL DIAGNOSTIC APPROACH

Kurafieieva Olha,

Medical student
Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

Tykhonova Lyudmila

PhD, Associate Professor
Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

Background: Overt hepatic encephalopathy (OHE) occurs in approximately 30–45% of patients with cirrhosis and remains a frequent cause of acute altered mental status requiring urgent evaluation [1, 2]. In the emergency setting, OHE can present as a stroke mimic (metabolic encephalopathy) and diagnostic delays are common; therefore, early recognition and prompt identification of precipitating factors are critical to initiate targeted therapy and avoid unnecessary stroke-directed interventions [3, 4].

Case report: A 58-year-old man with known alcohol-related cirrhosis (previously compensated, no history of stroke) was brought to the emergency department due to abrupt behavioral changes, disorientation, and slurred, incoherent speech that developed over 12 hours. Relatives reported progressive somnolence and reduced oral intake during the previous two days. On arrival, blood pressure and oxygen saturation were stable, temperature was normal. Neurological assessment revealed fluctuating attention and psychomotor slowing without persistent focal deficits; pupils were equal and reactive, cranial nerves were grossly intact, and there was asterixis. The Glasgow Coma Scale score was 13, consistent with West Haven grade II–III hepatic encephalopathy.

Given the acute onset, a stroke pathway was initially activated. Non-contrast head CT showed no acute ischemia or hemorrhage. Bedside glucose was normal. Further examination revealed melena, and laboratory tests demonstrated anemia with elevated urea, impaired liver function tests, and mild electrolyte disturbances; serum ammonia was elevated (supportive but not diagnostic). There was no leukocytosis and no meningeal signs. The clinical picture was interpreted as overt hepatic encephalopathy precipitated by upper gastrointestinal bleeding (likely variceal) with dehydration.

Topical sedatives and opioids were avoided. Treatment was initiated immediately with lactulose titrated to achieve 2–3 soft stools/day and rifaximin as add-on therapy due to moderate severity. Simultaneously, precipitating factors were addressed: intravenous fluids and electrolyte correction were started, and gastroenterology management for suspected variceal bleeding was initiated (hemodynamic monitoring and endoscopic source control as indicated). Within 24–48 hours, mental status improved markedly: asterixis resolved, orientation returned, and speech normalized.

By day 3, the patient returned to baseline cognition, and secondary prevention counseling emphasized trigger control (bleeding, constipation, dehydration, infections, sedatives) and early presentation if symptoms recur.

Conclusion: Hepatic encephalopathy should be considered early in any patient with cirrhosis who presents with acute confusion, dysarthria, or fluctuating consciousness, as it may closely resemble an acute cerebrovascular event. because the presentation can closely resemble an acute cerebrovascular event. Recognition of key bedside features, particularly asterixis and impaired attention with fluctuation, together with rapid exclusion of structural brain lesions and a prompt search for precipitating factors, enables timely targeted treatment. The most clinically relevant triggers include upper gastrointestinal bleeding, dehydration, electrolyte disturbances, constipation, infection, and sedative drugs. In this case, immediate initiation of lactulose therapy with add-on rifaximin combined with simultaneous control of suspected upper gastrointestinal bleeding resulted in rapid neurological recovery. The outcome highlights that clinical assessment and correction of triggers determine success more than serum ammonia values alone.

References:

1. Duah A, Agyei-Nkansah A, Osei-Poku F, Duah F, Ampofo-Boobi D, Peprah B. The Prevalence, Predictors, and In-Hospital Mortality of Hepatic Encephalopathy in Patients with Liver Cirrhosis Admitted at St. Dominic Hospital in Akwatia, Ghana. *Can J Gastroenterol Hepatol*. 2020;2020:8816522. doi:10.1155/2020/8816522. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33425806/>
2. Grønkjær LL, Sehsted TH, Norlyk A, Vilstrup H. Overt Hepatic Encephalopathy Experienced by Individuals With Cirrhosis: A Qualitative Interview Study. *Gastroenterol Nurs*. 2018;41(6):468-476. doi:10.1097/SGA.0000000000000286. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33425806/>
3. Okano Y, Ishimatsu K, Kato Y, Yamaga J, Kuwahara K, Okumoto K, et al. Clinical features of stroke mimics in the emergency department. *Acute Med Surg*. 2018;5(3):241-248. doi:10.1002/ams2.338. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29988676/>
4. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on the management of hepatic encephalopathy. *J Hepatol*. 2022;77(3):807-824. doi:10.1016/j.jhep.2022.06.001. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35724930/>

DYNAMICS OF PROTEOLYTIC ACTIVITY OF RAT KIDNEY TISSUE ON THE FIRST AND THIRD DAY OF EXPERIMENTAL INTOXICATION WITH L. MACROCTENUS SCORPION VENOM

Matkivska Ruzhena

PhD in Medical Sciences, Associate Professor
Department of Descriptive and Clinical Anatomy
O.O. Bohomolets National Medical University of Kyiv, Ukraine

Dzevulska Iryna

Doctor of medical sciences, Professor
Head of the Department of Descriptive and Clinical Anatomy,
O.O. Bogomolets National medical University, of Kyiv, Ukraine

Levon Mariia

PhD in Medical Sciences, Associate Professor
Department of Descriptive and Clinical Anatomy
O.O. Bohomolets National Medical University of Kyiv, Ukraine

Ibragimova Iryna

PhD in Medical Sciences, Assistant
Department of Descriptive and Clinical Anatomy
O.O. Bohomolets National Medical University of Kyiv, Ukraine

Maievskyi Oleksandr

PhD, Sc.D., MD, Professor,
Head of the Technologies of Medical Diagnostics and Treatment Department,
ESC "Institute of Biology and Medicine",
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Relevance of the research. Scorpion venoms contain a complex of biologically active peptides and toxins that can cause severe systemic disorders in the body, including damage to the excretory system. The kidneys are one of the main target organs in intoxications, as they participate in the detoxification and elimination of toxic compounds. One of the most important mechanisms of toxic tissue damage is the activation of proteolytic processes, reflecting the disruption of protein metabolism and cellular structural integrity. However, the features of changes in proteolytic activity in the early stages of experimental intoxication with the venom of the scorpion *Leiurus macroctenus* remain insufficiently understood, which determines the relevance of this study.

The aim of the study: To determine the features of changes in the proteolytic activity of rat kidney tissue in the early stages of experimental intoxication with the venom of the scorpion *Leiurus macroctenus*.

Materials and methods. The experiment was performed on 73 white male laboratory rats weighing $180 \text{ g} \pm 3 \text{ g}$. The intoxication model was reproduced by a single intramuscular injection of *Leiurus macroctenus* venom. The animals were divided into control ($n = 13$) and experimental ($n = 60$) groups. Rats in the control group were injected with 0.5 ml of 0.9% sodium chloride solution, while animals in the experimental group were injected intramuscularly with a single injection of 0.5 ml of venom solution ($28.8 \text{ } \mu\text{g} / \text{ml}$; $\text{LD}_{50} = 0.08 \text{ mg/kg}$), previously dissolved in saline. Kidney tissue was studied on the 1st and 3rd days after toxin administration. To assess proteolytic processes in the kidney tissue, the content of total protein and the level of total proteolytic activity in kidney homogenates were determined. The concentration of medium-weight molecules in tissue homogenates was determined by the Nikolaychuk method. The peptide component of the medium-weight molecule fraction was studied after the separation of the blood plasma peptide pool using size-exclusion chromatography. To characterise the proteolytic enzyme systems, the serine protease fraction was isolated from kidney homogenates, followed by electrophoretic separation on a polyacrylamide gel and enzyme electrophoresis. The activity of renal proteases capable of cleaving collagen, gelatin and fibrinogen as substrates was assessed by zymography. The obtained experimental data were processed by methods of variational statistics.

Results. Intoxication with the venom of *Leiurus macroctenus* is accompanied by pronounced changes in proteolytic processes in the renal tissue of rats. Already in the early period after administration of the toxin, a restructuring of the proteolytic enzyme spectrum is observed, manifested by an increase in the activity of enzymes with a molecular weight of 30 – 50 kDa. After 24 hours, their contribution to the total proteolytic activity exceeds 25% and is significantly higher than the control values, while the activity of high-molecular proteases (70 – 100 kDa) is noticeably reduced. In the period from 3 to 24 hours after intoxication, additional enzymatic fractions appear in the ranges of 30 – 50 and 50 – 70 kDa, which are absent in control animals. Similar dynamics are observed in the analysis of gelatinolytic activity, where, against a background of decreased activity of high-molecular-weight proteases, new proteolytic bands appear in the middle and lower molecular-weight ranges. The study of fibrinolytic activity also showed a gradual decrease in the contribution of enzymes in the 70–100 kDa fraction, accompanied by a simultaneous increase in the activity of proteases in the 30 – 50 kDa fraction, indicating a shift in the proteolytic balance towards the activation of low-molecular enzymes in the early stages of intoxication.

To clarify the role of individual enzyme systems, the serine protease system in renal tissue was analysed. The fraction isolated from the kidney homogenate was studied by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) in the presence of sodium dodecyl sulfate (SDS) and zymography. The results showed a decrease in the number of high-molecular-weight proteases (70 – 100 and 100 – 150 kDa) and a simultaneous increase in the activity of enzymes with a molecular weight of 30 – 50 kDa. In the period 3–24

hours after intoxication, proteases in the range of 50 – 70 kDa additionally appear. Serine proteases are characterised by a decrease in collagenolytic and gelatinolytic activity in high-molecular-weight fractions and an increase in low-molecular-weight fractions. At the same time, fibrinolytic activity does not change significantly.

The overall proteolytic activity was assessed by measuring the caseinolytic activity of kidney tissue homogenates. It was found that after administration of the toxin, overall proteolytic activity increases significantly, reaching a maximum at 24 hours, after which it gradually approaches the control level by the third day. The use of protease inhibitors showed that inhibition in the presence of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) is significantly more pronounced than with a serine protease inhibitor, indicating the leading role of metalloproteases in the development of proteolytic changes in the kidneys during intoxication [1].

Further analysis demonstrated an increase in the levels of matrix metalloproteases of different types. In particular, the content of collagenases (MMP-1, MMP-8) and gelatinases (MMP-2, MMP-9) increases in kidney tissue, with the most pronounced changes recorded 24 hours after the introduction of the venom [2].

A similar trend was observed for the stromelysin MMP-3 and MMP-10, indicating a general activation of the metalloprotease system. Simultaneously with the increase in MMP levels in kidney tissue, the concentration of its tissue inhibitor, TIMP-1, increases during the first 24 hours, then decreases further on the third day. Probably, such dynamics reflect a compensatory reaction aimed at limiting excessive proteolytic activity.

In general, the results indicate that the venom's action activates the metalloprotease system and disrupts the proteolytic balance of kidney tissue, leading to the degradation of extracellular matrix components and the disruption of intercellular interactions. These changes may be one of the mechanisms for the development of further structural and metabolic disorders in the kidneys with this type of intoxication.

Conclusions.

1. Intoxication with *Leiurus macroctenus* venom causes pronounced changes in proteolytic processes in the renal tissue of rats, manifested by a restructuring of the spectrum of proteolytic enzymes in the early stages after the administration of the toxin.

2. The early phase of intoxication is characterised by a shift in proteolytic activity towards low-molecular proteases (30 – 50 kDa) against the background of a decrease in the activity of high-molecular enzymes and the appearance of additional proteolytic fractions in the range of 30 – 70 kDa.

3. The results of the inhibitory analysis indicate that metalloproteases play a leading role in the development of proteolytic changes in the renal tissue during intoxication, while the participation of serine proteases is less pronounced.

4. The action of *Leiurus macroctenus* venom is accompanied by activation of the matrix metalloprotease system, in particular, an increase in the levels of collagenases (MMP-1, MMP-8) and gelatinases (MMP-2, MMP-9), and stromelysins (MMP-3 and MMP-10), as well as dynamic changes in their tissue inhibitor TIMP-1, which may indicate a disruption of the homeostasis of the extracellular matrix of the renal tissue.

References

1. Fields, G. B. (2019). The rebirth of matrix metalloproteinase inhibitors: Moving beyond the dogma. *Cells*, 8 (9), pp. 1-24.
2. Hannocks, M. J., Zhang, X., Gerwien, H., Chashchina, A., Burmeister, M., Korpos, E., Song, J. and Sorokin, L. (2019). The gelatinases, MMP-2 and MMP-9, as fine tuners of neuroinflammatory processes. *Matrix Biology*, 75, pp. 102–113.

THE ROLE OF GLP-1 RECEPTOR AGONISTS IN THE MANAGEMENT OF POLYCYSTIC OVARY SYNDROME AND OBESITY

Shukirgaliyeva Marzhana Talgatkyzy,
Resident of the Department of Obstetrics and Gynecology,
Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov

Budanova Ayaulym Dulanqyzy,
student of Astana Medical University

Kairgeldinova Samal Yerlatovna,
student of Astana Medical University

Kenzhebayeva Albina Rishadovna,
student of Karaganda Medical University

Zhanel Iliyas,
student of Astana Medical University,
Kazakhstan

Abstract. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is a complex endocrine-metabolic disorder frequently associated with obesity, insulin resistance, and reproductive dysfunction. The bidirectional relationship between excess adiposity and hormonal imbalance contributes to disease progression and complicates management. In recent years, glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP-1 RAs) have emerged as a promising therapeutic option due to their multifaceted metabolic effects, including weight reduction, improvement of insulin sensitivity, and modulation of appetite regulation.

Available evidence indicates that GLP-1 receptor agonists, such as liraglutide and semaglutide, significantly reduce body weight (by approximately 5–15%), improve insulin resistance markers, and decrease androgen levels. These effects are associated with improved menstrual regularity and ovulatory function in a subset of patients. Furthermore, GLP-1 RAs demonstrate beneficial impacts on cardiovascular risk factors, including lipid profile and inflammatory markers, which is particularly relevant given the increased cardiometabolic risk in PCOS patients. GLP-1 receptor agonists represent a promising therapeutic strategy in women with PCOS and obesity, addressing both metabolic and reproductive aspects of the disease. Their integration into treatment algorithms may enhance clinical outcomes, although further large-scale randomized controlled trials are required to establish long-term efficacy, safety, and optimal patient selection.

Keywords: *polycystic ovary syndrome; PCOS; obesity; insulin resistance; glucagon-like peptide-1 receptor agonists; GLP-1 receptor agonists; liraglutide; semaglutide; metabolic dysfunction; hyperandrogenism; ovulatory dysfunction.*

Introduction. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is one of the most prevalent endocrine disorders affecting women of reproductive age, with an estimated global prevalence ranging from 6% to 20% depending on diagnostic criteria. It is a heterogeneous condition characterized by hyperandrogenism, ovulatory dysfunction, and polycystic ovarian morphology, often accompanied by significant metabolic disturbances. Among these, obesity and insulin resistance represent central pathophysiological components that not only exacerbate reproductive dysfunction but also contribute to long-term cardiometabolic risk [1].

The interplay between adiposity and endocrine imbalance in PCOS is complex and bidirectional. Excess visceral fat promotes insulin resistance and compensatory hyperinsulinemia, which in turn stimulates ovarian androgen production and suppresses sex hormone-binding globulin, leading to increased bioavailable androgens. This cascade disrupts folliculogenesis and perpetuates chronic anovulation. Moreover, chronic low-grade inflammation, adipokine dysregulation, and alterations in gut-brain signaling further amplify metabolic and reproductive abnormalities, positioning PCOS as a systemic disorder rather than an isolated gynecological condition [2].

Current management strategies primarily focus on lifestyle modification, insulin sensitizers such as metformin, and hormonal therapies aimed at regulating menstrual cycles and reducing androgen excess. However, these approaches often demonstrate limited efficacy, particularly in women with obesity, and are associated with variable patient adherence and heterogeneous clinical response. Consequently, there is an increasing need for therapeutic options that simultaneously target both metabolic and reproductive pathways [3].

In this context, glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP-1 RAs) have gained considerable attention as a novel and mechanistically relevant treatment strategy. Originally developed for the management of type 2 diabetes mellitus, GLP-1 RAs exert pleiotropic effects, including appetite suppression, delayed gastric emptying, enhancement of insulin secretion, and improvement of insulin sensitivity. Importantly, these agents induce clinically significant weight loss and have demonstrated beneficial effects on cardiovascular risk factors, making them particularly attractive for patients with PCOS and obesity [4].

Emerging evidence suggests that beyond their metabolic benefits, GLP-1 RAs may influence key reproductive parameters in PCOS, including reduction of androgen levels, restoration of ovulatory cycles, and improvement in menstrual regularity. Additionally, their potential impact on inflammatory pathways and neuroendocrine regulation highlights a broader role in modulating the underlying pathophysiology of the syndrome [5].

Given the growing burden of obesity-associated PCOS and the limitations of existing therapies, evaluating the role of GLP-1 receptor agonists in this population is of significant clinical and scientific interest. This review aims to synthesize current

evidence on the efficacy of GLP-1 RAs in women with PCOS and obesity, with particular emphasis on metabolic, hormonal, and reproductive outcomes, as well as their potential place in modern treatment algorithms [6].

Materials and Methods. This study was conducted as a narrative literature review aimed at evaluating the efficacy and clinical role of glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP-1 RAs) in the management of polycystic ovary syndrome (PCOS) and obesity.

A systematic search of electronic databases, including PubMed, Scopus, and Web of Science, was performed for studies published between 2015 and 2025. The search strategy incorporated combinations of the following keywords: “polycystic ovary syndrome,” “PCOS,” “obesity,” “insulin resistance,” “GLP-1 receptor agonists,” “liraglutide,” and “semaglutide.”

Eligible studies included randomized controlled trials, observational studies, systematic reviews, and meta-analyses assessing metabolic, hormonal, and reproductive outcomes in women with PCOS treated with GLP-1 RAs. Studies focusing on weight loss, insulin sensitivity, androgen levels, and ovulatory function were prioritized. Exclusion criteria included case reports, small case series ($n < 10$), non-human studies, and articles lacking clinically relevant outcome data.

Data extraction included study design, sample size, patient characteristics, type and duration of GLP-1 RA therapy, and key outcomes related to metabolic and reproductive parameters. A qualitative synthesis of the selected studies was performed to identify consistent therapeutic effects and clinical implications.

Results. Across the analyzed studies, glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP-1 RAs) demonstrated the most consistent benefit in women with PCOS and obesity in the domains of body weight reduction and central adiposity control. In the 2024 meta-analysis focused specifically on women with PCOS and obesity, GLP-1 RAs were associated with significant reductions in body mass index, waist circumference, triglycerides, and total testosterone, supporting a combined metabolic and endocrine effect. Importantly, the magnitude of benefit was most evident in overweight and obese phenotypes, which are the most represented in clinical trials [7-8].

Randomized and interventional studies provide clinically meaningful detail behind these pooled findings. Liraglutide therapy in overweight women with PCOS produced an approximate 5% weight loss in a randomized trial, while a later placebo-controlled study of liraglutide 3 mg showed superior effects on body weight, androgenicity, and cardiometabolic parameters. In parallel, semaglutide has emerged as a particularly promising agent: a 2023 study in obese women with PCOS who had shown inadequate response to lifestyle intervention reported substantial body-weight reduction in most participants, frequently accompanied by improved menstrual cyclicity. More recent real-world data from 2025 also suggest that semaglutide use in obese women with PCOS is associated not only with weight loss but with improvement in systolic blood pressure, cholesterol, and HbA1c, indicating a broader cardiometabolic impact [9].

The available evidence also supports a beneficial effect on insulin resistance and glucose metabolism, although the strength of this effect appears less uniform than the

weight-loss signal. A 2025 meta-analysis reported that GLP-1 RAs reduced body weight, BMI, and insulin resistance in women with PCOS, but also emphasized that effects on broader metabolic markers were less consistent across trials. Similarly, the 2024 obesity-agent meta-analysis informing the international PCOS guideline found benefit for weight-centered outcomes, whereas improvement in all metabolic and reproductive endpoints was not equally robust in pooled analyses. This pattern suggests that the metabolic advantages of GLP-1 RAs in PCOS may be mediated primarily through weight loss and reduction in visceral adiposity rather than through a uniform direct endocrine effect in every patient [10].

From a reproductive perspective, the evidence is encouraging but more heterogeneous. Several studies indicate improvement in menstrual regularity, and some data suggest enhanced ovulatory and fertility-related outcomes. A 2022 trial comparing pregestational exenatide with metformin in overweight or obese infertile women with PCOS found a higher rate of spontaneous pregnancy with exenatide, likely mediated by greater weight reduction and improved insulin resistance. In addition, a 2023 meta-analysis comparing exenatide with metformin concluded that exenatide was superior for several reproductive outcomes, including ovulation and pregnancy-related measures. However, not all reproductive endpoints have been consistently reported across studies, and higher-quality long-term trials remain limited [7].

Hormonal outcomes show a similarly important but still evolving pattern. Pooled evidence indicates that GLP-1 RA therapy reduces total testosterone, while individual liraglutide studies have shown improvement in androgenicity together with reductions in body weight and waist circumference. A 2025 meta-analysis focused on liraglutide also reported improvement in insulin sensitivity and menstrual regularity in overweight or obese women with PCOS, supporting the concept that these agents may influence both metabolic dysfunction and hyperandrogenic manifestations. Nevertheless, evidence for direct effects on ovulation, pregnancy, and live birth remains less mature than evidence for weight loss and androgen reduction [11].

Combination regimens may further enhance therapeutic efficacy. Studies of exenatide plus metformin have shown superiority over metformin monotherapy for weight reduction and glycemic or insulin-response parameters in overweight and obese women with PCOS. Newer data from 2025 suggest that semaglutide combined with metformin may improve weight, metabolic indices, reproductive parameters, and inflammatory markers more effectively than metformin alone, although these findings still require confirmation in larger multicenter cohorts. Taken together, these observations support the view that GLP-1 RAs may be especially useful as part of a multimodal strategy in women with marked obesity, insulin resistance, or previous insufficient response to lifestyle measures and metformin [12].

An important practical finding concerns durability of response. Follow-up data after semaglutide withdrawal indicates that weight regain is common, although not necessarily complete. In one 2024 follow-up study, women with PCOS who continued metformin after discontinuing semaglutide regained about one-third of the semaglutide-induced weight loss over two years; notably, most remained below baseline body weight. These data are clinically relevant because they align with the

2023 international PCOS guideline, which stresses shared decision-making, gradual dose escalation to limit gastrointestinal adverse effects, and explicit discussion of the potential need for long-term therapy given the risk of post-discontinuation weight regain and the still-limited long-term safety dataset in PCOS populations [13].

Overall, the current literature supports a clear hierarchy of benefit: the strongest evidence favors weight loss, reduction in central adiposity, and partial improvement in hyperandrogenic-metabolic parameters, while evidence for reproductive and long-term endocrine outcomes is promising but less definitive. This interpretation is reinforced by the most recent systematic review and meta-analysis from 2026, which concluded that GLP-1 RAs are associated with modest short-term weight loss in women with PCOS and overweight or obesity, but that certainty for metabolic, reproductive, and psychological outcomes remains limited because of low-quality and heterogeneous data. Therefore, GLP-1 RAs appear to be a highly promising adjunct in the management of obese PCOS phenotypes, particularly when weight reduction is a major therapeutic target, but their exact place in fertility-directed and long-term disease-modifying strategies still requires stronger prospective evidence.

Discussion. The present analysis highlights that glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP-1 RAs) represent a pathophysiologically grounded and clinically promising therapeutic option in women with polycystic ovary syndrome (PCOS) and obesity. The most robust and codriven effect across studies is significant weight reduction, which appears to be the central mechanism driving subsequent metabolic and endocrine improvements. This is particularly relevant given that excess adiposity and insulin resistance are key contributors to the development and progression of PCOS [13-14].

The observed improvements in insulin sensitivity and reductions in androgen levels are largely aligned with the current understanding of PCOS pathophysiology. Hyperinsulinemia plays a pivotal role in stimulating ovarian androgen production and impairing follicular maturation; therefore, interventions that reduce insulin resistance can indirectly restore hormonal balance. In this context, the effects of GLP-1 RAs appear comparable or, in some cases, superior to traditional insulin sensitizers such as metformin, particularly in overweight and obese patients. However, unlike metformin, GLP-1 RAs exert additional benefits through appetite regulation and sustained weight loss, which may explain their broader clinical impact [15].

From a reproductive perspective, the available data suggest that GLP-1 RAs may improve menstrual cyclicality and ovulatory function, although these outcomes are less consistently reported than metabolic effects. The heterogeneity of reproductive endpoints across studies, as well as relatively short follow-up periods, limits definitive conclusions regarding fertility outcomes. Nevertheless, the observed increase in spontaneous pregnancy rates in some trials, particularly with exenatide-based regimens, supports the hypothesis that metabolic optimization may translate into reproductive benefit. These findings are consistent with broader reproductive endocrinology literature, where weight reduction of even 5–10% has been shown to significantly improve ovulatory function in women with PCOS [16].

An important emerging concept is the role of GLP-1 RAs as part of combination therapy. Evidence suggests that combining GLP-1 RAs with metformin may yield additive or synergistic effects, particularly in patients with pronounced insulin resistance or inadequate response to monotherapy. This approach aligns with modern treatment paradigms that emphasize individualized, multimodal management strategies targeting both metabolic and reproductive components of PCOS [17].

At the same time, several limitations of the current evidence base should be acknowledged. Many studies are characterized by relatively small sample sizes, short treatment durations, and heterogeneity in patient populations and outcome measures. In addition, most trials focus predominantly on overweight or obese women, limiting the generalizability of findings to lean PCOS phenotypes. Another critical consideration is the durability of therapeutic effects: available data indicate that weight gain is common after discontinuation of GLP-1 RAs, suggesting that long-term or maintenance therapy may be required, which raises questions regarding cost-effectiveness and long-term safety [18].

Furthermore, while GLP-1 RAs have demonstrated favorable effects on cardiometabolic risk factors, their long-term impact specifically in the PCOS population remains insufficiently studied. Given that women with PCOS have an increased lifetime risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease, this represents an important area for future research. The potential role of GLP-1 RAs in modifying the natural history of PCOS, rather than solely addressing its symptoms, also warrants further investigation.

CONCLUSION

Glucagon-like peptide-1 receptor agonists represent a promising and pathophysiologically relevant therapeutic option in women with polycystic ovary syndrome and obesity. Current evidence demonstrates that these agents provide significant and clinically meaningful weight reduction, accompanied by improvements in insulin resistance, androgen excess, and selected reproductive parameters. The benefits of GLP-1 receptor agonists appear to be most pronounced in overweight and obese phenotypes, where metabolic dysfunction plays a central role in disease progression. However, despite encouraging data on menstrual regularity and ovulatory function, evidence regarding long-term reproductive outcomes remains limited and heterogeneous.

Importantly, the durability of therapeutic effects and the potential need for prolonged treatment highlight the necessity of individualized, patient-centered approaches. Integration of GLP-1 receptor agonists into multimodal treatment strategies, particularly in combination with lifestyle interventions and metformin, may optimize clinical outcomes. Further large-scale, randomized controlled trials with standardized endpoints and extended follow-up are required to clarify long-term efficacy, safety, and the role of these agents in fertility outcomes and disease modification in PCOS.

References

1. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2018;33(9):1602–1618. doi:10.1093/humrep/dey256
2. Escobar-Morreale HF. Polycystic ovary syndrome: definition, aetiology, diagnosis and treatment. *Nat Rev Endocrinol.* 2018;14(5):270–284. doi:10.1038/nrendo.2018.24
3. Diamanti-Kandarakis E, Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited: an update on mechanisms and implications. *Endocr Rev.* 2012;33(6):981–1030. doi:10.1210/er.2011-1034
4. Barber TM, Franks S. Obesity and polycystic ovary syndrome. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2021;95(4):531–541. doi:10.1111/cen.14542
5. Jensterle M, Kravos NA, Pfeifer M, Kocjan T, Janez A. Short-term intervention with liraglutide improved eating behavior in obese women with polycystic ovary syndrome. *Endocr Res.* 2015;40(3):133–138. doi:10.3109/07435800.2014.966385
6. Elkind-Hirsch KE, Chappell N, Seidemann E, et al. Liraglutide 3 mg for weight management in women with polycystic ovary syndrome and obesity: a randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2021;106(3):e1300–e1311. doi:10.1210/clinem/dgaa885
7. Morais BAH, Prizão VM, Souza MM, Mendes BX, Defante MLR, Martins OC, et al. The efficacy and safety of GLP-1 agonists in PCOS women living with obesity in promoting weight loss and hormonal regulation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Diabetes Complications.* 2024;38(11):108834. doi:10.1016/j.jdiacomp.2024.108834
8. Goldberg A, Graca S, Liu J, Rao V, Witchel SF, Pena A, et al. Anti-obesity pharmacological agents for polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis to inform the 2023 international evidence-based guideline. *Obes Rev.* 2024;25(5):e13704. doi:10.1111/obr.13704
9. Nylander M, Frøssing S, Kistorp C, Faber J, Skouby SO. Liraglutide in polycystic ovary syndrome: a randomized trial, investigating effects on thrombogenic potential. *Endocr Connect.* 2017;6(2):89–99. doi:10.1530/EC-16-0113
10. Lin S, Deng Y, Huang J, Li M, Sooranna SR, Qin M, et al. Efficacy and safety of GLP-1 receptor agonists on weight management and metabolic parameters in PCOS women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep.* 2025; 15:16512. doi:10.1038/s41598-025-99622-4
11. Li R, Mai T, Zheng S, Zhang Y. Effect of metformin and exenatide on pregnancy rate and pregnancy outcomes in overweight or obese infertility PCOS women: long-term follow-up of a randomized controlled trial. *Arch Gynecol Obstet.* 2022;306(5):1711–1721. doi:10.1007/s00404-022-06700-3
12. Ma RL, Deng Y, Wang YF, Zhu SY, Ding XS, Sun AJ. Short-term combined treatment with exenatide and metformin for overweight/obese women with polycystic ovary syndrome. *Chin Med J (Engl).* 2021;134(23):2882–2889. doi:10.1097/CM9.0000000000001712

13. Morais BAH, Prizão VM, Souza MM, Mendes BX, Defante MLR, Martins OC, et al. The efficacy and safety of GLP-1 agonists in PCOS women living with obesity in promoting weight loss and hormonal regulation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Diabetes Complications*. 2024;38(11):108834. doi:10.1016/j.jdiacomp.2024.108834
14. Lin S, Deng Y, Huang J, Li M, Sooranna SR, Qin M, et al. Efficacy and safety of GLP-1 receptor agonists on weight management and metabolic parameters in PCOS women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep*. 2025;15:16512. doi:10.1038/s41598-025-99622-4
15. Goldberg A, Graca S, Liu J, Rao V, Witchel SF, Pena A, et al. Anti-obesity pharmacological agents for polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis to inform the 2023 international evidence-based guideline. *Obes Rev*. 2024;25(5):e13704. doi:10.1111/obr.13704
16. Carmina E, Lobo RA. Semaglutide treatment of excessive body weight in obese PCOS patients. *J Clin Med*. 2023;12(18):5921. doi:10.3390/jcm12185921
17. Li R, Mai T, Zheng S, Zhang Y. Effect of metformin and exenatide on pregnancy rate and pregnancy outcomes in overweight or obese infertility PCOS women: long-term follow-up of a randomized controlled trial. *Arch Gynecol Obstet*. 2022;306(5):1711–1721. doi:10.1007/s00404-022-06700-3
18. Hudanich M, et al. The effects of GLP-1 receptor agonists in polycystic ovary syndrome: a review. *Cureus*. 2025;17:eXXXXXX.

ДІАГНОСТИКА ПОЗАЛЕГЕНЕВОГО ТУБЕРКУЛЬОЗУ У ВІЛ-ІНФІКОВАНИХ

Скороходова Наталя

Д.мед.н., професор
кафедри фтизіатрії і пульмонології
ЗДМФУ

У сучасних умовах діагностика та лікування позалегенового туберкульозу ускладнюються низкою факторів: від олігобацилярного характеру перебігу інфекції до глобальних міграційних процесів та військових конфліктів, що призводять до дестабілізації медичних систем[1].

Патогенетично позалегеновий туберкульоз розвивається внаслідок гематогенного або лімфогенного поширення інфекції з первинного вогнища, яке часто локалізується в легенях і може бути клінічно неактивним. Сучасні молекулярно-біологічні дослідження вказують на те, що певні лінії МБТ, зокрема лінія 1, мають вищу схильність до позалегенової дисемінації. Імунна відповідь при позалегеновому туберкульозі відрізняється від такої при легеневої формі: якщо легенева ТБ характеризується вираженою активацією макрофагів та високим бактеріальним навантаженням, то поза легенева часто демонструє ознаки імунного виснаження та підвищену активність регуляторних Т-клітин. Це пояснює труднощі діагностики, оскільки кількість мікобактерій у вогнищі ураження зазвичай є мінімальною[2].

Основний акцент сьогодні робиться на молекулярно-генетичних тестах. У дослідженні, проведеному в Індії (2023), GeneXpert Ultra продемонстрував чутливість 94,3% та специфічність 100% проти композитного референс-стандарту для різних форм позалегенового туберкульозу. Найвищу ефективність тест показав при дослідженні тканин опорно-рухового апарату та лімфатичних вузлів, тоді як при дослідженні ліквору чутливість була дещо нижчою — близько 90%, що все одно є значним прогресом порівняно з іншими методами [3].

Для подолання цих обмежень біомаркери (імунологічні, біохімічні та молекулярні) використовуються як швидкі та допоміжні діагностичні інструменти. Діагностика позалегенових форм у ВІЛ - інфікованих характеризується унікальним діагностичним парадоксом. Хоча класичні форми позалегенового туберкульозу, як туберкульозний плеврит, можуть бути олігобацилярними, глибока імуносупресія, спричинена ВІЛ, призводить до нездатності організму стримувати інфекцію, що може викликати дисемінацію або підвищувати бактеріальне навантаження навіть у позалегенових зразках. Таким чином, оптимальна діагностична стратегія для ОЖВ має бути адаптована для ефективного виявлення як станів, керованих сильною імунною відповіддю (де імунологічні маркери є ключовими), так і станів із високим бактеріальним навантаженням (де молекулярні тести демонструють підвищену чутливість) [4].

Клінічне значення GeneXpert Ultra полягає не лише у виявленні ДНК МБТ, але й у здатності одночасно визначати мутації, асоційовані з резистентністю до

рифампіцину. Це дозволяє розпочати адекватну терапію вже в день звернення пацієнта, що є критичним при таких формах, як туберкульозний менінгіт[5].

Аденозиндезаміназа(ADA) є ферментом, який каталізує дезамінування аденозину на інозин. Підвищення активності ADA є ознакою активації Т-лімфоцитів і макрофагів, які беруть участь у клітинно-опосередкованій імунній відповіді на інфекцію. Активність ADA у плевральній рідині є чутливим і специфічним біомаркером для діагностики туберкульозного плевриту. Особлива цінність ADA виявляється в умовах ко-інфекції ВІЛ/ТБ. Аналіз ADA зберігає свою високу чутливість для діагностики туберкульозного плевриту навіть у ВІЛ-пацієнтів із дуже низьким рівнем CD4 клітин. Це є критично важливим, оскільки інші імунологічні тести, що залежать від CD4 клітин, можуть давати збій при глибокій імуносупресії[6].

Інтерферон-індукований протеїн 10 є хемокином, який демонструє значний потенціал як діагностичний біомаркер, потенційно перевершуючи IFN-gamma, має значно вищий рівень експресії та кращу стабільність порівняно з IFN-gamma після стимуляції ТБ-специфічними пептидами. У пацієнтів з CD4 < 50 клітин виявив більш високі рівні що підкреслює його важливість у розпізнаванні субклінічного та складного для діагностики ТБ[7].

Сучасна радіологія при позалегеновому туберкульозі еволюціонувала від рутинної рентгенографії до високотехнологічних методів візуалізації. МРТ залишається методом вибору для оцінки уражень центральної нервової системи та хребта, оскільки дозволяє детально візуалізувати набряк кісткового мозку, епідуральні абсцеси та лептоменінгеальне посилення [8].

Проте найбільш інноваційним напрямком є використання позитронно-емісійної томографії, поєднаної з комп'ютерною томографією (ПЕТ-КТ), з використанням 18F-фтордезоксиглюкози (18F-FDG). Ця технологія дозволяє оцінити загальний метаболічний тягар хвороби, виявляючи приховані вогнища в лімфовузлах або скелеті, які не помітні при звичайному КТ, диференціювати активний туберкульоз від неактивних фіброзних змін, що є важливим для прийняття рішення про припинення або продовження лікування [9,10].

Цукровий діабет не лише підвищує ризик розвитку ТБ у 3 рази, але й суттєво погіршує результати лікування. Пацієнти з цукровим діабетом мають у 1.5–1.74 рази вищий ризик летальності порівняно з не діабетиками в 4 рази вищий ризик рецидиву захворювання після успішного завершення курсу, у повільнену бактеріологічну конверсію та вищу частоту побічних реакцій на ліки. Клінічна рекомендація полягає в агресивному контролі глікемії (цільовий рівень HbA1c < 8%) та обов'язковому скринінгу на цукровий діабет усіх пацієнтів із вперше діагностованим позалегеновим туберкульозом [11].

Аналіз сучасних аспектів діагностики позалегенового туберкульозу на фоні ВІЛ-інфекції дозволяє зробити висновок, що кожен випадок позалегенового туберкульозу повинен супроводжуватися тестом GeneXpert Ultra. Висока чутливість цього методу до зразків дозволяє уникнути тривалого очікування результатів культури та попередити прогресування хвороби.

Скринінг на цукровий діабет має бути рутинним для всіх пацієнтів ВІЛ. Успіх лікування залежить не лише від протитуберкульозних препаратів, а й від глікемічного контролю.

Позалегеневий туберкульоз у сучасних умовах вимагає від лікаря не лише глибоких знань фтизіатрії, а й здатності працювати в мультидисциплінарній команді, використовуючи найновіші досягнення генетики та радіології для порятунку життя пацієнта.

Список літератури

1. Rauschnig D, Reusch J, Funke N, Lehmann C, Scharnowski E, Klingmüller A, Simonis A, Suárez V, Fischer J, Fätkenheuer G, Denfeld M, Hellmich M, Rybniker J, Neuhaus F, Suárez I. Trends, challenges, and outcomes of extrapulmonary tuberculosis: a ten-year study in Cologne (2012-2022). *BMC Public Health*. 2025 Dec 12;26(1):381.

2. Tulu B, Brehm TT, van Crevel R, Dallenga T, DiNardo AR, Dheda K, Eggeling J, Enbale W, Gröschel MI, Hao J, Kumar V, van Laarhoven A, Londt R, Prosser G, Randall P, Reiling N, Rybniker J, Schaible UE, Schurr E, Suarez I, Theobald SJ, Wilkinson RJ, Lange C. Host- and pathogen-related determinants of pulmonary *versus* extrapulmonary tuberculosis. *Eur Respir Rev*. 2026 Jan 28;35(179):250174.

3. Prakash AK, Ramakrishnan GDA. Sensitivity and specificity of Gene Xpert Ultra in extrapulmonary tuberculosis (EPTB). *Lung India*. 2025 Jul 1;42(4):304-308. doi: 10.4103/lungindia.lungindia_144_25. Epub 2025 Jun 27.

4. Hu X, Xing B, Wang W, Yang P, Sun Y, Zheng X, Shang Y, Chen F, Liu N, Yang L, Zhao Y, Tan J, Zhang X, Wang Y, Zhang Z, Liu Y. Diagnostic values of Xpert MTB/RIF, T-SPOT.TB and adenosine deaminase for HIV-negative tuberculous pericarditis in a high burden setting: a prospective observational study. *Sci Rep*. 2020 Oct 1;10(1):16325.

5. Topaloğlu İ, Varol Y, Biçmen C, Karaman O, Aktoğu Özkan S. GeneXpert MTB/RIF and GeneXpert MTB/RIF ultra in tuberculosis diagnosis: A comparative evaluation. *Tuberk Toraks* 2025;73(2):144- 150.

6. Garcia-Zamalloa A, Vicente D, Arnay R, Arrospide A, Taboada J, Castilla-Rodríguez I, Aguirre U, Múgica N, Aldama L, Aguinagalde B, Jimenez M, Bikuña E, Basauri MB, Alonso M, Perez-Trallero E; with the Gipuzkoa Pleura Group Consortium. Diagnostic accuracy of adenosine deaminase for pleural tuberculosis in a low prevalence setting: A machine learning approach within a 7-year prospective multi-center study. *PLoS One*. 2021 Nov 4;16(11):e0259203.

7. Krishnan S, Queiroz ATL, Gupta A, Gupte N, Bisson GP, Kumwenda J, Naidoo K, Mohapi L, Mave V, Mngqibisa R, Lama JR, Hosseinipour MC, Andrade BB, Karakousis PC. Integrative Multi-Omics Reveals Serum Markers of Tuberculosis in Advanced HIV. *Front Immunol*. 2021 Jun 8;12:676980.

8. Dhouibi J, Kalai A, Chaabeni A, Aissa A, Ben Salah Frih Z, Jellad A. Rehabilitation management of patients with spinal tuberculosis (Review). *Med Int (Lond)*. 2024 Apr 4;4(3):28.

9. Dhouibi J, Kalai A, Chaabeni A, Aissa A, Ben Salah Frih Z, Jellad A. Rehabilitation management of patients with spinal tuberculosis (Review). *Med Int (Lond)*. 2024 Apr 4;4(3):28.
10. Santos AP, Souza Rodrigues R, Aarntzen EHJG, et al. 18F-fluorodeoxyglucose PET/CT scans for thoracic tuberculosis: current evidence and future perspectives. *Eur Respir Rev* 2025; 34: 240289.
11. Gudegowda KS, Jagadish DMH, Sobagaiah RT. Impact of diabetes mellitus on tuberculosis treatment outcomes: a cohort study in Bengaluru, India. *Int J Community Med Public Health* 2024;11.

НЕЙРОГЕННА КОМПРЕСІЯ ВЕРХНЬОЇ АПЕРТУРИ ГРУДНОЇ КЛІТКИ З НЕТИПОВОЮ СИМПТОМАТИКОЮ: АНАТОМО-КЛІНІЧНИЙ АНАЛІЗ

Шевчук В.А.

студентка 14229 м/с групи

Левон М.М.

к.мед.н., доцент

Національний медичний університет ім.О.О.Богомольця

Анотація. Нейрогенна компресія верхньої апертури грудної клітки (синдром верхньої апертури грудної клітки) належить до складних клініко-анатомічних синдромів, що виникають унаслідок здавлення нервових структур плечового сплетення в обмеженому просторі між кістковими, м'язовими та зв'язковими елементами. Незважаючи на зростання уваги до цієї патології, нейрогенна форма синдрому верхньої апертури грудної клітки залишається недостатньо діагностованою, особливо у випадках з нетиповою або стертою клінічною картиною. Варіабельність анатомічної будови верхньої апертури грудної клітки та індивідуальні особливості топографії нервових структур значно ускладнюють своєчасну ідентифікацію даного синдрому. Метою даної статті є аналіз анатомічних передумов розвитку нейрогенної компресії верхньої апертури грудної клітки та узагальнення клінічних проявів із акцентом на атипові симптоми. У роботі проведено огляд і систематизацію сучасних наукових джерел, присвячених анатомічним передумовам розвитку компресійного синдрому, зокрема варіантам будови шийних ребер, першого ребра, ключиці, драбинчастих м'язів, а також анатомічним особливостям проходження та розгалуження плечового сплетення. Розглянуто патофізіологічні механізми розвитку нейрогенної компресії та їх вплив на формування клінічної картини. Особливу увагу приділено нетиповим симптомам, серед яких домінують атипові больові синдроми, сенсорні порушення без чіткої дерматомної локалізації, вегетативні розлади та функціональні обмеження верхньої кінцівки, що можуть імітувати інші неврологічні, ортопедичні або судинні захворювання. Проведений аналіз свідчить, що нетипова симптоматика нейрогенної компресії верхньої апертури грудної клітки значною мірою зумовлена індивідуальними анатомічними варіантами та поєднанням декількох компресійних чинників. У статті підкреслено важливість комплексного анатомото-клінічного підходу, який включає ретельний клінічний огляд, застосування провокаційних тестів та сучасних методів візуалізації. Отримані узагальнення можуть бути корисними для студентів медичних спеціальностей при вивченні клінічної анатомії та основ неврології.

Ключові слова. Синдром верхньої грудної апертури, компресія плечового сплетення, нейрогенний синдром, клінічний випадок.

Вступ. Синдром верхньої апертури грудної клітки (СВАГК) є клініко-анатомічним комплексом симптомів, що виникає внаслідок компресії судинно-нервових структур у ділянці переходу шиї до грудної клітки. Особливе місце серед його форм займає нейрогенна компресія, яка пов'язана зі здавленням елементів плечового сплетення та характеризується значною варіабельністю клінічних проявів. Незважаючи на тривалу історію вивчення даної патології, нейрогенна форма СВАГК і досі залишається однією з найскладніших у діагностичному плані, що зумовлено як складною анатомічною організацією верхньої апертури грудної клітки, так і неспецифічністю клінічної симптоматики.

Анатомічна зона верхньої апертури грудної клітки є простором з високою концентрацією життєво важливих структур, у якому плечове сплетення проходить між кістковими елементами (ключицею, першим ребром), м'язовими утвореннями (переднім і середнім драбинчастими м'язами, підключичним м'язом) та зв'язковим апаратом. Навіть незначні анатомічні варіанти або структурні зміни в цій ділянці можуть призводити до компресії нервових волокон, що клінічно проявляється широким спектром симптомів — від помірної дискомфорту до виражених неврологічних порушень. Особливу складність становлять випадки з нетиповою симптоматикою, коли клінічна картина не відповідає класичним описам синдрому та імітує інші неврологічні, ортопедичні або судинні захворювання.

Нетипові прояви, зокрема дифузні больові синдроми, сенсорні порушення без чіткої дерматомної локалізації, вегетативні розлади та функціональні обмеження верхньої кінцівки, суттєво ускладнюють диференційну діагностику та можуть призводити до неефективного лікування.

У зв'язку з цим актуальним є поглиблений анатомо-клінічний аналіз нейрогенної компресії верхньої апертури грудної клітки з урахуванням варіантів будови анатомічних структур та особливостей формування нетипової симптоматики. Такий підхід дозволяє краще зрозуміти патогенетичні механізми розвитку синдрому, підвищити клінічну настороженість лікарів різних спеціальностей і сприяти вдосконаленню діагностичних та лікувальних алгоритмів у пацієнтів з даною патологією.

Мета: аналіз анатомічних передумов розвитку нейрогенної компресії верхньої апертури грудної клітки та узагальнення клінічних проявів із акцентом на атипові симптоми.

Матеріали та методи. Дане дослідження виконано у форматі оглядової статті з використанням методів аналізу та узагальнення наукових джерел. Матеріалами дослідження стали сучасні публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, присвячені проблемі нейрогенної компресії верхньої апертури грудної клітки, особливостям її анатомічних передумов та клінічних проявів, зокрема з нетиповою симптоматикою. У процесі роботи застосовувалися такі методи дослідження: описовий метод для характеристики анатомічних структур

верхньої апертури грудної клітки; порівняльний метод для зіставлення типових і атипичних клінічних проявів нейрогенної компресії; аналітичний метод для оцінки взаємозв'язку між анатомічними особливостями та клінічною симптоматикою. Отримані дані були систематизовані та узагальнені з метою формування цілісного анатомо-клінічного уявлення про досліджувану патологію. Також в статті описаний клінічний випадок, опублікований у фаховому методичному виданні. Опис клінічного випадку наведено без розкриття персональних даних, з урахуванням принципів біоетики.

Результати. Синдром верхньої грудної апертури (Thoracic Outlet Syndrome — TOS) — це термін, що описує місце (локалізацію) захворювання, а не його причину. Ця патологія схожа з іншими невропатіями, наприклад, синдромом зап'ястного каналу, і є достатньо поширеною в частоті від 3 до 8 на 1000 осіб [1, ст. 137]. Іноді здавлюючий фактор можна легко візуалізувати на знімках (наприклад, додаткове шийне ребро або пухлина). У більшості пацієнтів навіть при використанні сучасних методів радіодіагностики не вдається візуалізувати здавлюючий чинник.

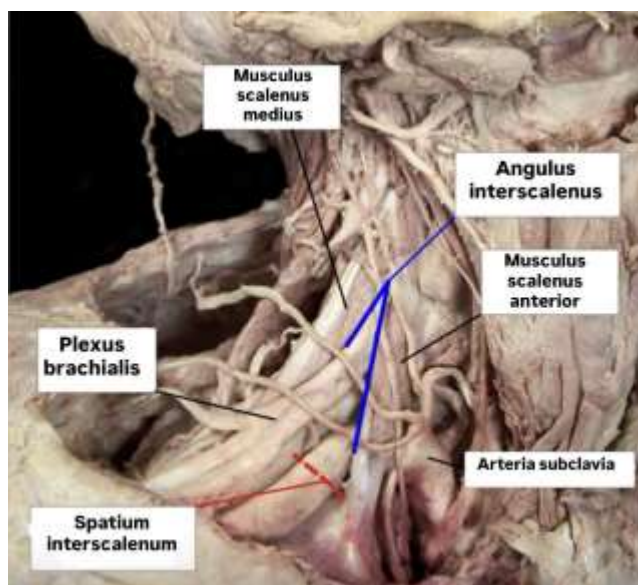
Верхній отвір грудної клітки — це кістково-фасціальном'язове утворення, яке забезпечує анатомічний і функціональний перехід між шийною та грудною ділянками. Тут проходять елементи нервово-судинного пучка. Через просторову обмеженість ця ділянка має високу чутливість навіть до незначних анатомічних відхилень. Це в свою чергу призводить до компресій відповідних структур і виникнення клінічної симптоматики. Найчастіше відбувається стиснення нижнього стовбура плечового сплетення (передні гілки спинномозкових нервів C8 і Th1).

Нервово-судинний пучок, проходячи від шиї до пахвової порожнини найчастіше може стискатись у 3 анатомічних утворах: міждрабинчастому, реберно-ключичному та у піддзьобоподібному простірах.

Компресійний СВАГК найчастіше обумовлений вродженими анатомічними аномаліями структур, що формують ці простори. Наприклад додаткові шийні ребра або фіброзні еквіваленти шийних ребер, надмірно розвинені поперечні відростки VII шийного хребця, аномалії місць прикріплень та проходження переднього і середнього драбинчастого м'язів, додатковий драбинчастий м'яз та інші варіанти м'язових аномалій. Також може бути наслідком щільного розташування нормальних анатомічних структур, наприклад у людей з добре розвиненими м'язами цієї області.

Міждрабинчастий простір. Оскільки передній і середній драбинчасті м'язи прикріплюються попереду і позаду від борозни підключичної артерії, то між цими м'язами над I ребром утворюється міждрабинчастий простір (*spatium interscalenum*), через який проходять підключична артерія і стовбури плечового нервового сплетення [2].

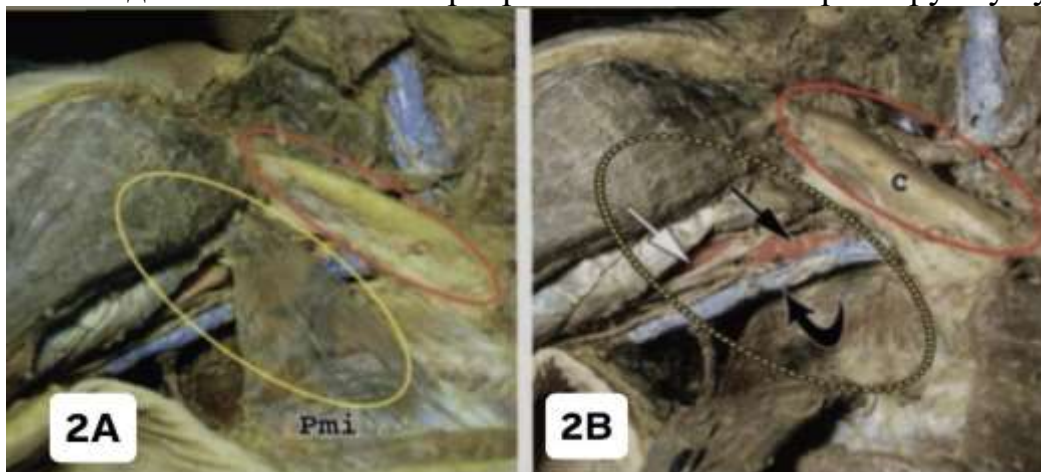
Через те що цей простір достатньо вузький, при гіпертрофії драбинчастих м'язів або аномалії їх прикріплення відбувається стиснення, а в деяких випадках защемлення анатомічних структур, що проходять в цьому місці. Найчастіше це пов'язано зі змінами саме переднього драбинчастого м'язу (мал. 1).



Мал. 1. Вміст міжрабинчастого простору. Тут зображено плечове сплетення та підключичну артерію, що проходять між переднім та середнім сходовими м'язами через міжсходовий трикутник.

Джерело рисунка: <https://www.semanticscholar.org/paper/Descriptive-anatomy-of-the-interscalene-triangle-to-Dahlstrom-Olinger/fl55c41e7a8de3b68061a554bb7f050e204bf6>

Реброво-ключичний простір (spatium costoclaviculare) розташований між ключицею та першим ребром (мал. 2А). У нормі висота проміжку між ключицею і першим ребром досить широка (мал. 2В). Нейроваскулярний пучок проходить через цей проміжок трохи вище першого ребра і нижче ключиці. Однак при відведенні або піднятті плеча висота реброво-ключичного простору звужується.



Мал. 2А. Зріз, отриманий після видалення великого грудного м'яза, показує реберно-ключичний простір (червоний овал) та малий позагрудний простір (жовтий овал). Pmi – малий грудний м'яз. Мал. 2В. Зріз, отриманий після видалення малого грудного м'яза, показує судинно-нервовий пучок. С – ключиця, пряма чорна стрілка пахвова артерія, вигнута чорна стрілка пахвова вена, біла стрілка плечове сплетення. [3, ст. 6].

Джерело рисунка: <https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/rg.266055079>

Піддзьобоподібний простір (spatium subcoracoideum) знаходиться в передньо-верхній частині плечового пояса, де зверху його обмежує дзьобоподібний відросток лопатки, спереду – сухожиллям малого грудного м'яза, а ззаду – передньою стінкою грудної клітки. Через цей простір проходять тяжі плечового сплетення та пахвові судини, які особливо вразливі до стиснення під час динамічних рухів верхньої кінцівки. Нейроваскулярне стиснення в піддзьобоподібному просторі найчастіше виникає внаслідок гіпертрофії, фіброзу малого грудного м'яза, а також під час повторюваних рухів над головою. Звуження цього простору зазвичай посилюється під час відведення, згинання плеча.

Вроджені анатомічні аномалії.

Кісткові аномалії. У нормі людина має 12 пар ребер, проте іноді у осіб зустрічаються вроджені аномалії у вигляді додаткових шийних ребер. Їх морфологічні характеристики можуть сильно відрізнятися — від подовженого поперечного відростка С7 до майже сформованого ребра. При наявності великого додаткового ребра його верхівка контактує з першим ребром, зменшуючи діаметр верхньої апертури і створюючи компресію нервово-судинного пучка (мал. 3).



Мал. 3. Рентгенівський знімок грудної клітки, що показує наявність додаткової пари ребер, що відходять від тіла 7-го шийного ребра (білі стрілки). Позначки показують нормальні перші ребра. [4]

Джерело рисунка: Wise R. Seventh cervical rib associated with subclavian artery occlusion and multiple infarcts. J Neurosci Nurs. 2008;40:169-172.

Аномалії першого ребра. Аномальні, зламані або неправильно розташовані перші ребра можуть спричинити компресійний синдром, розтягуючи або здавлюючи нервово-судинний пучок. Вроджені аномалії, такі як ребра, що зрослися або роздвоєні, є добре відомими причинами синдрому верхньої апертури.

Як і у випадку з шийними ребрами, діагностувати аномалії першого ребра можна за допомогою рентгенівського знімка. Однак складна анатомія першого ребра, перекриття сусідніх кісток та різноманітність патологій першого ребра

ускладнюють діагностику. Точну оцінку забезпечує КТ, оскільки рентген може не відобразити складну анатомію.

Фіброзно-м'язові тяжі та аномальні м'язові пучки. Додаткові м'язи або фіброзні тяжі можуть стискати нервово-судинний пучок. Наприклад, *scalenus anticus*, *scalenus minimus* та *subclavius posticus* відходять від поперечних відростків шийних хребців до першого ребра і здатні викликати компресію при скороченні або натягу.

Іноді кровоносні судини, а саме додаткові гілки підключичної артерії чи вени викликають здавлювання. Ці судини дуже важко діагностувати на знімках, і зазвичай їх виявляють під час операції.

Клінічний випадок. 67-річна жінка скаржилася на біль у лівій руці після біопсії м'язів через підозру на поліміозит. Біль поширювався на внутрішню сторону плеча, лопатку, нижню частину руки та згодом на обличчя. Пекучий біль виник в очниці, почалося оніміння тієї ж сторони обличчя. Погіршилося ковтання, з'явилися нудота, відчуття слабкості, запаморочення та порушення серцевого ритму. Пацієнтка відчувала постійний головний біль, і кілька разів на рік біль посилювався – ставав нестерпним, супроводжувався блювотою. Больовий синдром набув резистентності до опіоїдних препаратів, тому щороку проводилися нервові блокади. Пальпація плеча пацієнтки спровокувала біль нейропатичного характеру. Провокаційні проби синдрому верхньої апертури були позитивними (провокував сильний біль у проекції міждрабинчастого трикутника, з іррадіацією в обличчя та плече). Рухи плеча були обмежені, вона не могла підняти руки до горизонтальної площини. Сила лівої руки значно знижена (ліва рука – 8 кг, права рука – 18 кг). Після оцінки всіх симптомів пацієнтці було поставлено діагноз: «Компресійний синдром верхньої апертури грудної клітки». Судинно-нервовий пучок було звільнено шляхом розтину переднього драбинового м'яза. Після операції загальне самопочуття покращилося. Головний біль більше не сильний, біль та оніміння в обличчі зникли. Рука більше не болить і не німіє. Підняття руки не викликає болю. Жодні положення чи рухи не провокують біль та оніміння. Сила збільшилася (права рука - 20 кг, ліва - 18 кг) [5, ст. 71].

Діагностика. В залежності від структури, що зазнала компресії синдром грудної апертури класифікують як нейрогенний, артеріальний або венозний. Клінічна картина є досить варіабельною і залежить від анатомічних особливостей і локалізації компресії. Симптоми зазвичай не специфічні і нагадують радикулопатію шийного відділу або серцево-судинні порушення. Для діагностики даного синдрому необхідні дані об'єктивного обстеження та виявлення анатомічних особливостей, які оцінюються сучасними методами візуалізації. Без чітких знань анатомічних взаєморозташувань, діагноз ризикує залишитися хибним, що як наслідок призведе до неправильної тактики лікування. Рентгенографія ший, грудної клітки та симетрична рентгенографія плечей виявляє вроджені або набуті аномалії кісток. Доплерівське дослідження дозволяє оцінити кровотік у підключичних та пахвових судинах у спокої та функціональних положеннях. ЕМГ-дослідження малих м'язів кисті та оцінка

параметрів провідності в сенсорних та рухових волокнах ліктювого, серединного та шкірного медіального нервів передпліччя, у комбінації з відповідними тестами позиціонування під час доплерівського дослідження дозволяють виявити пошкодження плечового сплетення та виключити радикулопатію корінців C8-Th1.

Своєчасне лікування має вирішальне значення для запобігання запусканню патологічного процесу у вигляді компресії нервової системи, яка може призвести до атрофії м'язу та погіршення функції кінцівки або судинної компресії, яка призводить до стенозу, тромбозу або аневризми підключичних артерій.

Висновок. СВАГК – поширене неврологічне захворювання з різноманітними симптомами. Здавлення зазвичай виникає в результаті вроджених або набутих змін у навколишніх фіброзних та фіброзно-м'язових структурах. Це захворювання досі маловідоме медичним фахівцям, часто його не підозрюють або діагностують пізно.

Даний клінічний випадок демонструє, що навіть незначні анатомічні девіації здатні спричинити атипичну клінічну симптоматику, яка важко діагностується.

Список літератури:

1. Anatomii grudnoi kletky [Internet]. Sumy: SumDU; 2020. Available from: https://anatomy.med.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/07/anatomy-Anatomii_grud_kletki.pdf
2. Anatomy, Head and Neck: Inter-scalene Triangle. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544222/>
3. Demondion X, Herbinet P, Van Sint Jan S, Boutry N, Chantelot C, Cotten A. Imaging assessment of thoracic outlet syndrome. Radiographics. 2006;26(6):1735-1750. doi:10.1148/rg.266055079.
4. Cervical rib [Internet]. LearningRadiology. Available from: <https://learningradiology.com/notes/chestnotes/cervicalrib.htm>
5. Jurgutavičius P, Minderis M. A literature review and case report on thoracic outlet syndrome. Lietuvos chirurgija. 2025;24(1):67-72. Available from: <https://www.journals.vu.lt/lietuvos-chirurgija/article/view/37455>

MEDICAL TERMINOLOGY IN ENGLISH: IMPORTANCE FOR FUTURE DOCTORS

Гнатюк Оксана Іванівна

викладачка кафедри мовознавства
Івано-Франківський національний медичний університет

Кондрин Аліна Артурівна

Студентка
Івано-Франківський національний медичний університет

Introduction. In the context of the ongoing modernization of higher medical education, the development of professional language competence has become a critical component of training future healthcare professionals. English, as the global lingua franca of medicine, plays a pivotal role not only as a means of communication but also as an essential tool for acquiring, processing, and transmitting medical knowledge. As noted by Crystal, “English has become the global language of communication in science and medicine” [7].

Medical terminology constitutes a specialized lexical system that enables healthcare professionals to describe anatomical structures, physiological processes, pathological conditions, diagnostic procedures, and therapeutic interventions with precision. According to Chabner, “medical terminology is the language used to precisely describe the human body and its associated components, conditions, and processes” [1]. Its foundation in Greek and Latin roots necessitates a structured and interdisciplinary approach to learning [3].

Thus, the study of medical terminology in English within medical education is not limited to linguistic proficiency; it serves a practical purpose—preparing future doctors for effective, ethical, and internationally competent communication in the healthcare environment.

The aim of this study is to analyze the significance of English medical terminology in the professional training of future doctors; to identify effective methods for its acquisition; and to substantiate the importance of an interdisciplinary approach in mastering medical language.

In addition, the growing role of evidence-based medicine requires future doctors to actively engage with international scientific literature, the vast majority of which is published in English. The ability to accurately interpret medical terminology directly affects the quality of understanding clinical guidelines, research findings, and treatment protocols. Therefore, insufficient knowledge of medical English may lead not only to academic difficulties but also to potential professional limitations in future practice.

Main Body

1. The Role of Medical Terminology in Professional Communication

Medical terminology is a fundamental component of professional competence in medicine. It ensures unambiguous communication among healthcare professionals, minimizing the risk of errors in diagnosis and treatment. As emphasized in *Dorland’s*

Illustrated Medical Dictionary, standardized terminology “provides clarity and precision necessary for effective medical communication” [4].

The use of consistent terminology is particularly important in clinical documentation. Accurate recording of patient data, diagnoses, and treatment plans depends on the correct application of medical terms. The International Committee of Medical Journal Editors highlights that clarity and accuracy in medical writing are essential for patient safety and scientific integrity [5].

Furthermore, English medical terminology is indispensable in the context of globalization. The majority of scientific publications and international medical guidelines are produced in English, making it essential for future doctors to understand and actively use this language in their professional activities [2].

Moreover, the use of precise terminology contributes to effective interdisciplinary collaboration within healthcare teams. Modern medicine increasingly relies on cooperation between specialists of different profiles, including surgeons, therapists, pharmacists, and laboratory diagnosticians. In such environments, standardized terminology serves as a universal communication tool, ensuring consistency and reducing the likelihood of misunderstandings that may negatively impact patient care.

2. Linguistic Features and Structure of Medical Terminology

Medical terminology is characterized by its systematic structure, primarily derived from Greek and Latin morphemes. Terms are typically composed of prefixes, roots, and suffixes, each carrying specific meaning. For example, the term *hypertension* combines “hyper-” (excessive) and “tension” (pressure), indicating elevated blood pressure.

Glendinning and Holmström note that “understanding the structure of medical terms significantly improves comprehension and communication in clinical settings” [3]. This morphological awareness enables students to interpret unfamiliar terms and apply them accurately.

Additionally, medical terminology reflects the characteristics of scientific language: precision, objectivity, and consistency. These features are essential for maintaining professionalism and avoiding ambiguity in medical discourse.

Another important linguistic aspect of medical terminology is its dynamic nature. New terms constantly emerge as a result of scientific and technological advancements, particularly in fields such as genetics, molecular biology, and digital medicine. Consequently, future doctors must not only master existing terminology but also develop the ability to adapt to continuous lexical changes and integrate new concepts into their professional vocabulary.

3. Interdisciplinary Approach to Learning Medical Terminology

Effective acquisition of medical terminology requires an interdisciplinary approach that integrates linguistic knowledge with clinical training. Cook emphasizes that “language learning is most effective when integrated with subject-specific content” [9]. For example, during anatomy courses, students simultaneously learn the English terminology for anatomical structures, reinforcing both conceptual understanding and language acquisition. Similarly, clinical training provides opportunities to apply terminology in real-life scenarios, such as patient interviews and case presentations.

This approach not only enhances retention but also develops critical thinking and professional communication skills. According to Adams and Urban, “the integration of language and medical education improves both communicative competence and clinical reasoning” [10].

Furthermore, interdisciplinary learning environments promote the development of soft skills, such as teamwork, adaptability, and problem-solving. These competencies are essential for modern healthcare professionals, as they must operate in complex and rapidly changing clinical settings. The integration of language and professional training enhances not only knowledge acquisition but also the overall readiness of students for real-world medical practice.

4. Teaching Methods and Educational Strategies

Modern medical education increasingly relies on interactive and student-centered teaching methods. These include case-based learning, simulations, and digital tools, all of which contribute to more effective learning outcomes. The World Health Organization emphasizes that “effective communication training is essential for improving healthcare delivery and patient outcomes” [6]. Interactive methods, such as role-playing doctor-patient interactions, help students develop both linguistic and interpersonal skills.

In addition, digital platforms and medical databases provide access to authentic materials, allowing students to engage with real-world medical texts and terminology. McCarter highlights that practical language use in professional contexts enhances both confidence and competence [2]. To improve educational outcomes, it is recommended to integrate interdisciplinary courses, update teaching materials according to international standards, and promote active learning strategies.

It is also important to emphasize the role of self-directed learning in mastering medical terminology. Independent work with medical texts, participation in online courses, and the use of specialized mobile applications enable students to reinforce their knowledge outside the classroom. Such approaches foster lifelong learning habits, which are crucial in the medical profession, where continuous education is a fundamental requirement.

5. Ethical and Cultural Dimensions of Medical Communication

Proficiency in medical terminology also contributes to ethical and culturally competent communication. Doctors must be able to explain complex medical concepts clearly while maintaining empathy and respect. The ability to communicate effectively in English allows healthcare professionals to interact with patients from diverse backgrounds and participate in international collaboration. This is particularly important in the context of global health challenges.

As emphasized by the WHO, clear communication is directly linked to patient safety and quality of care [6]. Therefore, language competence is not only a professional requirement but also an ethical responsibility.

In addition, the use of appropriate medical terminology plays a significant role in maintaining patient trust. Clear and accurate explanations help reduce patient anxiety, improve adherence to treatment, and enhance overall satisfaction with healthcare services. Thus, linguistic competence becomes an integral part of patient-centered care.

Conclusion. The study of medical terminology in English is an essential component of professional training for future doctors. It ensures the development of precise, logical, and ethically appropriate communication skills necessary for medical practice.

The effective implementation of an interdisciplinary approach is based on three key principles:

- **Contextual integration** – understanding terminology in real clinical situations;
- **Systematic learning** – organizing knowledge into a coherent terminological system;
- **Practical orientation** – applying knowledge in professional communication.

In the context of rapid globalization and digitalization of healthcare, the importance of English medical terminology will continue to grow. Future doctors must be prepared to function in an international professional environment, where effective communication is a key factor of success. Therefore, improving language training in medical education should remain a strategic priority.

The integration of linguistic, medical, and communicative competencies creates the foundation for the comprehensive development of future healthcare professionals. Mastery of English medical terminology enhances professional mobility, supports international collaboration, and ultimately contributes to improved healthcare outcomes.

References:

1. Chabner, D.-E. *The Language of Medicine*. 11th ed. Elsevier; 2017.
2. McCarter S. *Oxford English for Careers: Medicine 1*. Oxford University Press; 2010.
3. Glendinning EH, Holmström BAS. *English in Medicine*. 3rd ed. Cambridge University Press; 2005.
4. Dorland WAN. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 33rd ed. Elsevier; 2020.
5. International Committee of Medical Journal Editors. *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*. 2023. Available from: <https://www.icmje.org>
6. World Health Organization. *Communicating for Health: A Global Perspective*. Geneva: WHO; 2022.
7. Crystal D. *English as a Global Language*. 2nd ed. Cambridge University Press; 2003.
8. Haspelmath M. Lexical typology and language universals. *Annual Review of Linguistics*. 2009;1:1–18.
9. Cook V. *Second Language Learning and Language Teaching*. 5th ed. Routledge; 2016.
10. Adams V, Urban S. Medical communication and terminology in global healthcare systems. *Journal of Medical Education*. 2019;23(4):215–222.

УМОВИ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Лещенко Олена Павлівна,
старший викладач,
кафедра філології та мовних комунікацій

Леонідов Дмитро,
студент
4 курсу групи ФІЛ-22-1д
Дніпровський державний технічний університет,
м. Кам'янське, Дніпропетровська обл.

У сучасному освітньому просторі розвиток критичного мислення визначається як одна з ключових компетентностей ХХІ століття. Згідно з підходами Пітера Фаціоне, критичне мислення включає інтерпретацію, аналіз, оцінювання та саморегуляцію [1, с.15]. У вітчизняній педагогіці значний внесок у дослідження цієї проблеми здійснила О. І. Пометун, яка розглядає критичне мислення як здатність особистості до самостійного осмислення інформації та прийняття обґрунтованих рішень [2, с. 29]. У контексті навчання англійської мови розвиток критичного мислення набуває особливого значення, оскільки іншомовна комунікація передбачає не лише відтворення знань, а й їх інтерпретацію та оцінювання.

Метою дослідження є визначення педагогічних умов та методичних підходів до розвитку критичного мислення студентів на заняттях з англійської мови. Критичне мислення розглядається як поєднання когнітивних і метакогнітивних умінь. На думку Діани Халперн, воно включає навички аналізу аргументів, оцінювання доказів і прийняття рішень [3, с.201]. Модель Ричарда Пола та Линди Ельдер акцентує увагу на стандартах мислення (ясність, точність, логічність), які можуть бути інтегровані у процес навчання мови [4, с. 19].

Проблемне навчання сприяє активізації мислення студентів і для цього потрібне створення проблемно-орієнтованого середовища. Наприклад, обговорення теми "*Should artificial intelligence replace teachers?*" стимулює студентів до аргументації та аналізу різних точок зору. Як зазначає О. І. Пометун, використання проблемних ситуацій є ключовим чинником розвитку критичного мислення [2, с. 42].

Використання відкритих запитань також сприяють глибшому осмисленню матеріалу. Наприклад:

- *What are the consequences of globalization for local cultures?*
- *Do you agree that social media improves communication? Why?*

За дослідженням Діани Хелперн, саме такі запитання активізують аналітичне мислення [3, с. 204]. Розвиток метакогнітивних умінь сприяє рефлексії після виконання завдань (наприклад, self-assessment checklist) допомагає студентам усвідомлювати власний процес мислення. Цей підхід підтримується Пітером

Фаціоне, який підкреслює роль саморегуляції у структурі критичного мислення [1, с. 54]. Інтерактивні методи навчання дозволяють студентам аналізувати ситуацію, приймати рішення та аргументувати свою позицію. До ефективних методів належать: дебати (*for/against*), рольові ігри, кейс-методи.

Проектне навчання сприяє інтеграції знань і розвитку автономії. Наприклад, створення відеопроєкту “*My sustainable city*” передбачає дослідження, аналіз і презентацію результатів. Навчання через діяльність є основою розвитку мислення.

Наведемо декілька практичних вправ для розвитку критичного мислення.

1. Вправа “Claim–Evidence–Reasoning” (CER). Мета: навчити студентів аргументувати думку.

Хід роботи:

- Студентам пропонується твердження: “*Online education is more effective than traditional learning.*”

- Вони мають:
 - сформулювати позицію (claim);
 - навести докази (evidence);
 - пояснити логіку (reasoning).

Результат: розвиток аргументації та логічного мислення.

2. Вправа “Think–Pair–Share”. Мета: розвиток рефлексії та комунікації.

Приклад завдання: “*What are the biggest challenges of living in a globalized world?*”

- Think — індивідуальна відповідь;
- Pair — обговорення в парах;
- Share — презентація ідей.

3. Дебати (Structured Debate). Тема: “*Artificial intelligence will replace teachers.*”

Ролі: for / against / moderators.

Критерії оцінювання:

- логічність аргументів;
- використання прикладів;
- мовна точність.

4. Вправа “Detecting Bias”

Мета: розвиток медіаграмотності.

Завдання: Студенти аналізують короткий текст новини та визначають:

- упереджені слова;
- маніпуляції;
- відсутність доказів.

5. Рольова гра “Problem Solving Meeting”

Ситуація: компанія має фінансові труднощі.

Ролі: менеджер, маркетолог, HR, інвестор.

Завдання: знайти рішення і аргументувати його.

6. Проєкт “My Sustainable City”

Формат: груповий проєкт + презентація.

Завдання:

- дослідити проблему;
- запропонувати рішення;
- презентувати англійською.

Таким чином, практична реалізація зазначених вправ підтверджує, що розвиток критичного мислення можливий за умов системного використання інтерактивних, проблемно-орієнтованих і рефлексивних методів навчання. Це сприяє формуванню здатності студентів до аргументованого мислення та ефективної іншомовної комунікації.

References:

1. Peter Facione. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. – Insight Assessment, 2015. 303 p.
2. О. І. Пометун. Критичне мислення як ключова компетентність сучасної освіти. – Київ: Освіта, 2018. 104 с.
3. Diane Halpern. *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking*. – Routledge, 2014. 624 p.
4. Richard Paul, Linda Elder. *The Miniature Guide to Critical Thinking*. – Foundation for Critical Thinking, 2019. 48 p.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СИЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ У КУЛЬОВІЙ СТРІЛЬБІ З ПІСТОЛЕТА В КОНТЕКСТІ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Калашник Наталія

старший викладач,
кафедра пожежно-рятувальної та фізичної підготовки,
навчально-науковий інститут оперативно – рятувальних сил,
Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

У сучасній кульовій стрільбі спостерігається постійне зростання вимог до рівня підготовленості спортсменів, що зумовлено підвищенням конкуренції на національному та міжнародному рівнях. Досягнення високих спортивних результатів у стрільбі з пістолета потребує не лише досконалого володіння технікою виконання пострілу, але й високого рівня розвитку фізичних якостей, серед яких провідне місце займає сила та силова витривалість. Особливістю діяльності стрільця-пістолетника є необхідність тривалого утримання зброї у стабільному положенні, що супроводжується значним статичним навантаженням на м'язи верхніх кінцівок, плечового пояса та корпусу.

Важливим чинником успішності виступу є здатність спортсмена мінімізувати коливання зброї, забезпечити стійкість позиції та контроль дрібних м'язових напружень під час прицілювання і виконання пострілу. Недостатній рівень силової підготовленості призводить до швидкої втоми, зростання тремору, погіршення координації рухів і, як наслідок, зниження точності стрільби. Саме тому силова підготовка повинна розглядатися як невід'ємна складова системи підготовки стрільців, яка забезпечує оптимальний функціональний стан організму під час змагальної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна система підготовки спортсменів у кульовій стрільбі з пістолета характеризується комплексністю та інтеграцією різних видів підготовленості, серед яких важливе місце займає силова підготовка як чинник стабілізації техніки та підвищення результативності змагальної діяльності. Досягнення високих спортивних результатів можливе лише за умови гармонійного поєднання технічної, тактичної, фізичної та психологічної підготовки [2, с. 2].

Фізична підготовка стрільців-пістолетників спрямована передусім на розвиток статичної витривалості, силової стійкості м'язів верхнього плечового пояса, кисті та корпусу, що забезпечує стабільність пози та мінімізацію тремору під час виконання пострілу. Доведено, що рівень фізичної підготовленості безпосередньо впливає на формування рухових навичок і якість виконання технічних елементів стрільби [5, с. 15].

Особливості змагальної діяльності у кульовій стрільбі передбачають тривале утримання зброї у статичному положенні, що обумовлює необхідність розвитку

спеціальної силової витривалості. При цьому важливим є не лише рівень максимальної сили, але й здатність до її тривалого підтримання у квазіізометричних режимах роботи м'язів [4, с. 307].

Наукові дослідження свідчать, що вдосконалення фізичної підготовки стрільців повинно здійснюватися з урахуванням біомеханічних характеристик пози «ізготовка», оскільки навіть незначні відхилення у положенні тіла можуть суттєво впливати на точність стрільби [3, с. 305]. У цьому контексті силова підготовка виступає засобом забезпечення оптимальної стабілізації рухової системи спортсмена.

Важливим напрямом оптимізації тренувального процесу є інтеграція спеціальних вправ, спрямованих на розвиток силових якостей із технічною підготовкою. Це дозволяє підвищити ефективність засвоєння рухових дій та адаптацію спортсменів до змагальних навантажень [1, с. 3].

Таким чином, силова підготовка стрільців-пістолетників є невід'ємною складовою системи спортивного тренування, що забезпечує підвищення стійкості пози, зменшення коливань зброї та покращення точності стрільби. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку диференційованих програм силової підготовки з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів.

Мета дослідження. Теоретично обґрунтувати та розробити методику силової підготовки стрільця-пістолетника з використанням обтяжень для покращення функціонального стану та результативності. Завданнями дослідження є аналіз особливостей силової підготовки, визначення ефективних вправ з обтяженнями, розробка тренувальної програми з урахуванням специфіки стрільби з пістолета, оцінка впливу силових вправ на функціональний стан спортсмена. Методи дослідження. Аналіз науково-методичної літератури, педагогічне спостереження, тестування силових показників, оцінка стабільності утримання пістолета, методи математичної статистики.

Силова підготовка стрільця повинна мати прикладний характер і бути спрямована на розвиток статичної сили м'язів руки, що утримує пістолет, зміцнення м'язів плечового пояса, спини та корпусу; формування силової витривалості; покращення координації та зменшення тремору.

На мою думку доцільно застосовувати такі вправи як утримання пістолета або його макета з додатковим обтяженням, ізометричні вправи для м'язів плеча та передпліччя, вправи з гантелями (підйоми, утримання, відведення рук), планки та статичні вправи для стабілізації корпусу, вправи з еспандером для розвитку дрібних м'язових груп.

Тренувальна програма, я вважаю має передбачати 2–3 заняття на тиждень, поєднання силових і спеціальних стрілецьких вправ, поступове збільшення обтяження, контроль функціонального стану (пульс, тремор, стійкість).

Використання розробленої методики сприяє підвищенню стабільності утримання пістолета, зменшенню м'язового тремору, покращенню функціонального стану спортсмена, зростанню результативності стрільби.

Висновки. Силова підготовка є важливим компонентом підготовки стрільця-пістолетника. Раціональне використання вправ з обтяженням у поєднанні зі спеціальними вправами забезпечує підвищення ефективності тренувального процесу та спортивних результатів.

Список літератури

1. Грибовська І. Б., Задорожна О. Р., Грибовський Р. В., Собко І. М. Шляхи удосконалення техніко-тактичної підготовки спортсменів у стрільбі кульовій // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15. – 2023. – Вип. 7 (167). – С. 47–51. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/13307>
2. Загарук І., Хіменес Х., Антонов С., Ємчик Б., Динаміка результативності українських спортсменів, що спеціалізуються у стрільбі з пневматичного пістолета // Освіта. Інноватика. Практика. – 2025. – Т. 13, № 5. – С. 1–5. URL: <https://www.oip-journal.org/index.php/oip/article/view/541>
3. Кашуба В. О., Хабінець Т. О. Біомеханічні особливості пози «ізготовка» стрільців-кульовиків // Концепція підготовки спеціалістів фізичної культури в Україні. – Київ; Луцьк, 1996. – С. 304–306. URL: <https://reposit.uni-sport.edu.ua/items/677c5911-dd54-47ac-aaad-3bffe96ef67f>
4. Кашуба В. О., Хабінець Т. О. Оптимізація тренувального процесу стрільців-кульовиків на етапі спеціалізованої базової підготовки // Концепція підготовки спеціалістів фізичної культури в Україні. – Київ; Луцьк, 1996. – С. 306–309. URL: <https://reposit.uni-sport.edu.ua/items/b241cbd9-fe0e-4dcc-b502-6a3bf682ce40>
5. Мотречко В. В. Фізична підготовка спортсменів в процесі тренувальних занять кульовою стрільбою : магістерська робота. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2021. – 76 с. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/12331>

GLOBAL TRENDS AND DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT: THE ROLE OF EMOTIONAL-LEVEL HAPPINESS MANAGEMENT (ELHM) IN CONTEMPORARY COACHING AND POSITIVE PSYCHOLOGY

Dunaievskia Tetiana,

Master's Degree Student (Second Level of Higher Education),
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University,
Founder of KIT Academy

Abstract

The rapid evolution of scientific research in the fields of psychology, coaching, and human development reflects a global shift from deficit-based models toward strengths-based and well-being-oriented approaches. This paper explores contemporary global trends in scientific research development, with a particular focus on emotional regulation, positive psychology, and coaching methodologies. The study introduces and conceptually analyzes the Emotional-Level Happiness Management (ELHM) method as an integrative framework for emotional transformation and sustainable well-being. The findings suggest that ELHM aligns with current interdisciplinary trends and contributes to the advancement of applied psychological science and coaching practice [6].

Keywords: positive psychology, emotional regulation, coaching intervention, well-being, ELHM method, global research trends

1. Introduction

Over the past two decades, scientific research has undergone a significant transformation, shifting its focus from pathology and dysfunction toward well-being, human flourishing, and psychological resilience [1]. The emergence of positive psychology has played a central role in this transformation, emphasizing the scientific study of optimal human functioning rather than merely the treatment of mental illness [2].

Global research trends indicate a growing interest in emotional well-being, self-regulation, and the development of evidence-based coaching interventions [3]. Emotional well-being is now recognized as a fundamental component of overall health and quality of life, influencing both individual and organizational outcomes [4].

In this context, new integrative methodologies are emerging that combine psychological theory, coaching practice, and emotional transformation. One such approach is the Emotional-Level Happiness Management (ELHM) method, which focuses on structured emotional development and conscious regulation of internal states [6].

2. Global Trends in Scientific Research Development

2.1 Shift Toward Positive Psychology and Well-Being

Since the early 2000s, research in positive psychology has expanded rapidly, encompassing topics such as meaning in life, mindfulness, emotional resilience, and personal strengths [2]. This shift reflects a broader paradigm change in scientific inquiry—from correcting deficits to enhancing human potential [1].

Empirical studies demonstrate that interventions focused on gratitude, optimism, and emotional awareness significantly improve subjective well-being and reduce depressive symptoms [2][4].

2.2 Integration of Emotional Regulation and Coaching

Modern coaching practices increasingly rely on psychological theories, particularly those derived from positive psychology [3]. Coaching is no longer viewed solely as a performance-enhancement tool but as a scientifically grounded process aimed at improving overall life satisfaction and psychological functioning [3].

Research also highlights the importance of emotional intelligence and emotional regulation as predictors of adaptability, productivity, and well-being in both personal and professional contexts [5].

2.3 Interdisciplinary and Multilevel Approaches

Contemporary scientific development emphasizes interdisciplinary integration, combining psychological, biological, and social perspectives [1]. Modern frameworks propose multi-level models that account for individual, relational, and societal dimensions of human functioning [1].

This trend supports the development of holistic methods that address not only cognition but also emotional and experiential dimensions of human behavior.

3. Conceptual Foundations of the ELHM Method

The Emotional-Level Happiness Management (ELHM) method represents an integrative coaching and psychological framework focused on the conscious regulation and transformation of emotional states [6][7][8].

3.1 Core Principles of ELHM

The ELHM method is based on the following principles:

1. Emotions as a primary driver of human behavior and well-being [4]
2. Conscious awareness as a tool for emotional transformation [6]
3. Structured progression through levels of emotional development [7]
4. Integration of cognitive and emotional processes [3]

These principles align with existing research indicating that emotional regulation and awareness play a central role in psychological well-being and life satisfaction [4][5].

3.2 The “Seven Levels of Feelings” Model

A key component of ELHM is the conceptualization of emotional development through seven levels of feelings, which reflect increasing levels of awareness, acceptance, and transformation [7].

This hierarchical structure provides a systematic framework for:

- identifying emotional states
- understanding internal patterns

- facilitating emotional transformation
- achieving sustainable well-being [6]

Such structured approaches correspond with contemporary trends toward personalized and process-oriented interventions in psychology [1].

3.3 Coaching Structure within ELHM

The ELHM method is implemented through a structured coaching process that includes:

- diagnostic assessment of emotional state
- development of emotional awareness
- transformation of limiting emotional patterns
- integration of new emotional strategies [6]

This approach reflects the broader movement in coaching toward evidence-based, structured interventions that combine experiential and cognitive techniques [3].

4. ELHM in the Context of Global Research Trends

4.1 Alignment with Positive Psychology

ELHM directly corresponds to the core objectives of positive psychology, including:

- enhancement of well-being
- development of personal strengths
- promotion of meaning and life satisfaction [2][4]

Positive psychology emphasizes the role of positive emotions, engagement, and meaning in achieving a fulfilling life [2], which is consistent with the goals of ELHM [6].

4.2 Contribution to Emotional Well-Being Research

By focusing on emotional transformation, ELHM contributes to the growing body of research on emotional well-being [4]. Emotional well-being has been identified as a key factor in both mental health and productivity, particularly in organizational settings [5].

4.3 Innovation in Coaching Methodologies

ELHM represents an advancement in coaching methodologies by integrating:

- structured emotional models
- personalized interventions
- rapid diagnostic processes [6][7]

This aligns with current scientific demands for scalable, effective, and adaptable intervention models.

5. Discussion

The analysis of global trends in scientific research highlights a clear movement toward integrative, interdisciplinary, and applied approaches [1]. Emotional regulation, well-being, and coaching are becoming central themes in both academic and practical domains [4][5].

The ELHM method fits within this paradigm as an innovative framework that bridges theory and practice [6]. Its structured approach to emotional transformation offers potential for both individual development and broader applications in organizational and educational contexts.

However, further empirical validation is required to establish the effectiveness of ELHM through quantitative and longitudinal studies [1]. Future research should focus on:

- experimental validation of the method
- cross-cultural applicability
- comparison with existing psychological interventions

6. Conclusion

Global scientific research is increasingly oriented toward understanding and enhancing human well-being through integrative and evidence-based approaches [1][2]. The Emotional-Level Happiness Management (ELHM) method represents a promising contribution to this field, combining emotional regulation, coaching, and positive psychology into a unified framework [6][7].

Its alignment with current research trends suggests strong potential for further development and scientific recognition, particularly within the context of applied psychology and coaching science.

References

1. Ciarrochi, J., et al. (2022). Toward a unified framework for positive psychology processes. *Frontiers in Psychology*.
2. Seligman, M. E. P. (2011). *Flourish: A Visionary New Understanding of Happiness and Well-being*.
3. Kauffman, C. (2006). Positive psychology: The science at the heart of coaching.
4. Diener, E. (1984). Subjective well-being. *Psychological Bulletin*.
5. Mderis, W. (2024). Emotional intelligence and organizational change. *Medicine Journal*.
6. Dunaievska, T. (2025). Managing happiness: The art of living consciously. TechBullion. <https://techbullion.com/tetiana-dunaievska-managing-happiness-the-art-of-living-consciously>
7. Dunaievska, T. (2026). Current trends in the development of science and society. In *Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Current Trends in the Development of Science and Society"* (pp. 206–216). Oslo, Norway. <https://doi.org/10.46299/ISG.2026.1.10>
8. Dunaievska, T. (2025). *Academic Notes Series: Pedagogical Science*. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-221-169-173>

HÉTÉROGÉNÉITÉ DES FONCTIONS EXÉCUTIVES DANS LES TROUBLES DU SPECTRE DE L'AUTISME: POURQUOI LE MODÈLE DU « DÉFICIT UNIQUE » EST INSUFFISANT

Prodan Yevhen

doctorant, psychologue clinicien, enseignant
Université nationale Oles Honchar de Dnipro

Yushchenko Liliia

Étudiante
Université nationale Oles Honchar de Dnipro

Novikova Sofiia

Étudiante
Université nationale Oles Honchar de Dnipro

Les fonctions exécutives dans les troubles du spectre de l'autisme (**TSA**) sont fréquemment décrites comme globalement altérées ; toutefois, une telle formulation demeure trop générale pour rendre compte de la complexité clinique et psychologique. Les données contemporaines indiquent que, dans le **TSA**, il ne s'agit pas d'un déficit universel unique, mais d'un profil de perturbations hétérogène, au sein duquel différents domaines du contrôle exécutif — le contrôle inhibiteur, la mémoire de travail, la flexibilité cognitive, la planification, l'attention et la surveillance métacognitive — sont affectés de manière inégale, avec des intensités variables et selon des combinaisons variées [1–3].

Le problème ne réside pas uniquement dans l'hétérogénéité des domaines exécutifs, mais également dans le fait que le modèle du « déficit unique » efface les distinctions entre les niveaux d'analyse. Certaines difficultés se manifestent dans des épreuves cognitives en laboratoire, tandis que d'autres apparaissent dans l'auto-organisation quotidienne, le fonctionnement social et l'autonomie ; ces niveaux ne coïncident pas toujours. Ainsi, un même individu peut obtenir des résultats relativement satisfaisants dans des tâches structurées, tout en présentant des difficultés marquées dans la transition entre activités, l'organisation temporelle des actions, le respect des routines et le contrôle comportemental en contexte réel [4–6].

L'hétérogénéité du profil exécutif dans le **TSA** repose sur au moins trois sources. **Premièrement**, une source liée aux domaines : les différentes composantes du contrôle exécutif présentent des sensibilités variables aux perturbations et ne constituent pas un syndrome unitaire [2,7]. **Deuxièmement**, une source individuelle et modératrice : l'intensité des difficultés varie en fonction du niveau intellectuel, des troubles comorbides, de l'âge et du sexe [8–9]. **Troisièmement**, une source contextuelle : une même fonction exécutive se manifeste différemment selon qu'elle est évaluée en

conditions expérimentales contrôlées ou dans un environnement quotidien, caractérisé par des charges sensorielles et sociales élevées [4,10].

Un niveau intellectuel élevé n'élimine pas l'hétérogénéité, mais peut en masquer certaines manifestations. Les adolescents présentant un TSA à haut niveau de fonctionnement peuvent montrer une moindre expression de certaines difficultés exécutives ; toutefois, cela ne signifie pas une préservation globale du système de régulation. Même en présence d'un QI élevé, des difficultés persistent dans les tâches nécessitant la coordination simultanée de plusieurs processus — notamment la planification, le contrôle et la mémoire de travail sous contrainte temporelle ; par ailleurs, les indicateurs intellectuels ne sont pas systématiquement corrélés au niveau réel du fonctionnement exécutif [8,11–12].

La comorbidité remet davantage en question l'idée d'un profil exécutif « typique ». L'association du TSA avec le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) ou avec une déficience intellectuelle modifie non seulement l'intensité, mais aussi la structure des difficultés : dans certains cas, les altérations du contrôle inhibiteur et de l'attention prédominent, tandis que dans d'autres, ce sont les troubles de la planification, de l'autorégulation et de l'organisation des actions qui dominent. Ainsi, les fonctions exécutives dans le TSA doivent être envisagées non comme l'expression d'un déficit central unique, mais comme une configuration individuelle de vulnérabilités, résultant de l'interaction de facteurs cognitifs, développementaux et cliniques [9,13].

Il en découle une conclusion méthodologique fondamentale : la question pertinente n'est pas « les fonctions exécutives sont-elles altérées dans le TSA ? », mais « *quel profil exécutif spécifique est observé chez un individu donné, dans quelles conditions il se détériore et dans quelles conditions est-il partiellement compensé ?* ». Ce changement de perspective permet de passer de la recherche d'un déficit universel abstrait à un modèle plus précis du fonctionnement cognitif individuel, mieux adapté aux besoins éducatifs, cliniques et adaptatifs [2–4].

Références

1. Hill E. L. Executive dysfunction in autism. *Trends in Cognitive Sciences*. 2004. Vol. 8, no. 1. P. 26–32. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.11.003>.
2. Demetriou E. A., DeMayo M. M., Guastella A. J. Executive function in autism spectrum disorder: history, theoretical models, empirical findings, and potential as an endophenotype. *Frontiers in Psychiatry*. 2019. Vol. 10. P. 753. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00753>.
3. Sadozai A. K. et al. Executive function in children with neurodevelopmental conditions: a systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour*. 2024. Vol. 8, no. 12. P. 2357–2366. URL: <https://doi.org/10.1038/s41562-024-02000-9>.
4. Kouklari E.-C., Tsermentseli S., Monks C. P. Everyday executive function and adaptive skills in children and adolescents with autism spectrum disorder: Cross-sectional developmental trajectories. *Autism & Developmental Language Impairments*. 2018. Vol. 3. P. 2396941518800775. URL: <https://doi.org/10.1177/2396941518800775>.

5. Lamash L., Josman N. Full-information factor analysis of the Daily Routine and Autonomy (DRA) questionnaire among adolescents with autism spectrum disorder. *Journal of Adolescence*. 2020. Vol. 79. P. 221–231. URL: <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2020.01.011>.

6. Tsermentseli S., Tabares J. F., Kouklari E. C. The role of every-day executive function in social impairment and adaptive skills in autism spectrum disorder with intellectual disability. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2018. Vol. 53. P. 1–6. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.05.006>.

7. Friedman N. P., Miyake A. Unity and Diversity of Executive Functions: Individual Differences as a Window on Cognitive Structure. *Cortex*. 2017. Vol. 86. P. 186–204. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>.

8. Kalbfleisch M. L., Loughan A. R. Impact of IQ discrepancy on executive function in high-functioning autism: insight into twice exceptionality. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2012. Vol. 42, no. 3. P. 390–400. URL: <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1257-2>.

9. Benallie K. et al. Executive functioning in children with ASD + ADHD and ASD + ID: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2021. Vol. 86. P. 101807. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2021.101807>.

10. Lupi E. et al. Early and stable difficulties of everyday executive functions predict autism symptoms and emotional/behavioral problems in preschool age children with autism: a 2-year longitudinal study. *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1092164>.

11. Merchán-Naranjo J. et al. Executive function is affected in autism spectrum disorder, but does not correlate with intelligence. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental (English Edition)*. 2016. Vol. 9, no. 1. P. 39–50. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rpsmen.2016.01.001>.

12. Planche P., Lemonnier E. Children with high-functioning autism and Asperger's syndrome: Can we differentiate their cognitive profiles? *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2012. Vol. 6, no. 2. P. 939–948. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.12.009>.

13. Martinez S., Stoyanov K., Carcache L. Unraveling the spectrum: overlap, distinctions, and nuances of ADHD and ASD in children. *Frontiers in Psychiatry*. 2024. Vol. 15. P. 1387179. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1387179>.

ЖИТТЄВА АНТИЦИПАЦІЯ ТА МАЙБУТНЬО-ОРІЄНТОВАНЕ ПІЗНАННЯ У ДОРΟΣЛИХ ІЗ РАС: ДО ІНТЕГРАТИВНОЇ ТЕОРЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Продан Євген Олександрович

аспірант, викладач, клінічний психолог
кафедри загальної та соціальної психології,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Кузьміна Єлизавета Сергіївна

студент кафедри загальної та соціальної психології
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Ющенко Лілія Петрівна

студентка кафедри загальної та соціальної психології
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Майбутньо-орієнтоване пізнання є необхідною умовою саморегуляції, соціальної участі та психологічного благополуччя, оскільки забезпечує можливість уявлення майбутніх подій, підтримання намірів, планування дій та побудови особистісно значущого образу майбутнього. У теоретичній статті цей феномен розглянуто через конструкти епізодичного мислення про майбутнє, ментальної подорожі у часі, предиктивної обробки, проспективної пам'яті та часового досвіду. Показано, що у дорослих із розладом аутистичного спектра порушення в цих доменах мають системний характер і виявляються у меншій специфічності та позитивній валентності майбутніх сценаріїв, ослабленому формуванні апріорів, труднощах проспективної пам'яті та труднощах суб'єктивної організації майбутнього досвіду (Suddendorf & Corballis, 2007; Schacter et al., 2017; Kretschmer et al., 2014; Qi, Peng, & Kang, 2025; Lind & Bowler, 2010).

Мета тез полягає у стислому викладі інтегративної теоретичної моделі, запропонованої у статті, яка пояснює порушення майбутньо-орієнтованого пізнання у дорослих із РАС через взаємодію двох базових механізмів: ослаблених предиктивних апріорів та зниженої аутоноетичної усвідомленості. Перший механізм означає недостатню стабільність попередніх очікувань, унаслідок чого часове й соціальне середовище виявляється менш структурованим і передбачуваним; другий стосується ослабленого переживання себе як суб'єкта, що зберігає неперервність у часі та може внутрішньо попередньо переживати майбутні події (Sapey-Triomphe et al., 2025). Обидва механізми в моделі трактуються не як бінарні дефіцити, а як виміри, вираженість яких може варіювати між індивідами.

Наукова значущість запропонованого підходу полягає у поєднанні нейрокогнітивних пояснень із психосемантичною рамкою життєвої антиципації.

У межах цієї рамки майбутнє постає не лише як об'єкт когнітивного прогнозування, а як смисло-опосередкована система, організована через конструкти валентності, суб'єктивної ймовірності, часової дистанції та антиципативних схем (Батраченко & Блавацька, 2013; Батраченко & Рихальська, 2009). Саме тому авторська модель пояснює не лише механізми порушення, а й те, як вони переживаються на рівні особистісного смислу. У цьому контексті повторювана та рутинізована поведінка може розглядатися не лише як симптом, а і як спосіб зменшення суб'єктивної невизначеності в умовах ослабленого прогнозування. (Bird, S., Moid, L. A. E., Jones, C. A., & Surtees, A. D. R. 2024).

У висновку стаття обґрунтовує, що життєва антиципація у дорослих із РАС має розглядатися як центральний феномен психологічного функціонування, а не як другорядний наслідок окремих когнітивних труднощів. Теоретична модель має значення для майбутніх емпіричних досліджень, оскільки пропонує напрями перевірки через аналіз профілю майбутнього, антиципативних схем і когнітивної складності, а також для практики — через орієнтацію на інтервенції, що не руйнують компенсаторні рутини без створення альтернативних джерел передбачуваності.

Ключові слова: життєва антиципація, майбутньо-орієнтоване пізнання, розлад аутистичного спектра, предиктивні апріори, аутоноетична усвідомленість, психосемантика майбутнього.

Список літератури

1. Kretschmer, A., Altgassen, M., Rendell, P. G., & Bölte, S. (2014). *Prospective memory in adults with high-functioning autism spectrum disorders: Exploring effects of implementation intentions and retrospective memory load. Research in Developmental Disabilities, 35(11), 3108–3118.* <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.07.052>
2. Suddendorf, T., & Corballis, M. C. (2007). *The evolution of foresight: What is mental time travel, and is it unique to humans? Behavioral and Brain Sciences, 30(3), 299–313.*
3. Bird, S., Moid, L. A. E., Jones, C. A., & Surtees, A. D. R. (2024). *The relationships between restrictive/repetitive behaviours, intolerance of uncertainty, and anxiety in autism: A systematic review and meta-analysis. Research in Autism Spectrum Disorders, 117, 102428.* <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2024.102428>
4. Schacter, D. L., Benoit, R. G., & Szpunar, K. K. (2017). *Episodic future thinking: Mechanisms and functions. Current Opinion in Behavioral Sciences, 17, 41–50.* <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.06.002>
5. Szpunar, K. K., Spreng, R. N., & Schacter, D. L. (2014). *A taxonomy of prospection: Introducing an organizational framework for future-oriented cognition. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(52), 18414–18421.* <https://doi.org/10.1073/pnas.1417144111>
6. Sapey-Triomphe, L. A., et al. (2025). *Systematic Review and Meta-Analysis of Mismatch Negativity in Autism: Insights Into Predictive Mechanisms. Autism Research.* <https://doi.org/10.1002/aur.70131>

7. Qi, J., Peng, J., & Kang, X. (2025). *Predictive Processing Among Individuals with Autism Spectrum Disorder During Online Language Comprehension: A Preliminary Systematic Review*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-024-06704-9>

8. Батраченко, І. Г., & Блавацька, І. Є. (2013). *Психосемантична діагностика життєвої антиципації*. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Педагогіка і психологія*, 19. <https://doi.org/10.15421/1013105>

9. Батраченко, І. Г., & Рихальська, О. Г. (2009). *Психологія життєвої антиципації особистості: монографія*. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ ім. О. Гончара. 168 с. Groenman, A. P., Torenvliet, C., Radhoe, T. A., Agelink van Rentergem, J. A., van der Putten, W., Altgassen, M., & Geurts, H. M. (2024). *Remembering the future; prospective memory across the autistic adult's life span*. *Autism*, 28(9), 2254–2266. <https://doi.org/10.1177/13623613231225489>

10. Lind, S. E., & Bowler, D. M. (2010). *Episodic memory and episodic future thinking in adults with autism*. *Journal of Abnormal Psychology*, 119(4), 896–905. <https://doi.org/10.1037/a0020631>

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВІВ ТРИВОЖНОСТІ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Трущенко Лілія Павлівна

здобувачка освіти II курсу освітнього рівня «магістр»
спеціальності 053 «Психологія»

Білоцерківський інститут неперервної професійної освіти
Національна академія педагогічних наук України
ДЗВО «Університет менеджменту освіти»

Сучасна соціокультурна ситуація в Україні характеризується тривалим впливом воєнних дій на психіку дитини. Дошкільний вік (3–6 років) є сензитивним періодом для формування базової довіри до світу. Оскільки безпека є фундаментом для розвитку дошкільника, її порушення призводить до глибоких трансформацій у психоемоційній та поведінковій сферах.

Психоемоційні особливості та механізми адаптації:

Головною особливістю психіки дошкільника є її «симбіотичний» зв'язок із дорослим. Дитина не має власних когнітивних механізмів оцінки небезпеки, тому повністю копіює стан батьків або вихователів.

Регрес як захист: Повернення до раніших етапів розвитку (енурез, втрата мовленнєвих навичок, вимога годування з ложечки). Це несвідоме намагання «сховатися» у безпечному минулому [2].

Сепараційна тривога: Панічний страх втрати зв'язку з матір'ю. Дитина може відмовлятися залишатися в садочку або навіть йти в іншу кімнату [4].

Гіперакузія (звукова травма): Надмірна чутливість до різких звуків, що асоціюються з вибухами, яка проявляється у здриганні, плачі або завмиранні [5].

Особливості ігрової діяльності в умовах війни.

Гра є провідною діяльністю дошкільника, і саме в ній відображається травматичний досвід.

Стереотипізація: Багаторазове повторення однієї дії (наприклад, нескінченне будівництво та руйнування вежі). Це допомагає дитині «стабілізувати» простір навколо себе та зняти м'язову напругу.

Рекомендовані методики діагностики та підтримки:

Для фахівців важливо використовувати методики, що не потребують прямої вербалізації страхів:

Діагностичні методики (виявлення рівня тривожності та страхів):

Тест «Будинок-Дерево-Людина» (Дж. Бук): Допомагає оцінити загальний стан дитини, її ставлення до дому та відчуття безпеки. В умовах війни особлива увага приділяється наявності парканів, відсутності вікон чи дверей, що свідчить про закритість та страх перед зовнішнім світом [3].

Методика «Малюнок сім'ї»: Дозволяє виявити сепараційну тривогу та зміни в сімейній ієрархії (наприклад, якщо батько на фронті, дитина може не малювати його або малювати дуже маленьким/віддаленим) [4].

Тест тривожності (Р. Теммл, М. Доркі, В. Амен): Використання картинок із типовими життєвими ситуаціями, де дитині потрібно вибрати «веселе» або «сумне» обличчя для персонажа. Це безпечний спосіб продіагностувати внутрішній стан без прямого запитання «як ти відчуваєшся?» [5].

Діагностичний інструментарій:

Проективний тест «Малюнок сім'ї»: Дозволяє побачити рівень згуртованості родини або відчуття ізольованості дитини.

Тест тривожності (Теммл, Доркі, Амен): Визначення рівня внутрішньої напруженості через вибір дитиною емоційних масок для персонажів на картинках.

Терапевтичні та корекційні техніки: Терапевтичні та стабілізаційні методики:

Арт-терапевтична техніка «Мій безпечний острів»: Дитині пропонується намалювати або зліпити місце, де вона відчувається у повній безпеці. Це створює в уяві «психологічне сховище», до якого дитина може звертатися під час повітряних тривог.

Казкотерапія (створення терапевтичних історій):

Використання метафор про «хороброго зайчика» або «ліс, де настав мир». Важливо, щоб казка закінчувалася перемогою добра і відновленням порядку. Це дає дитині надію та формує сценарій виходу з кризи [3].

Методика «Стаканчик гніву» або «Подушка для крику»:

Дошкільнята часто мають багато накопиченої агресії. Спеціальний ритуал «викидання» гніву в уявний стаканчик або крик у подушку допомагає безпечно розрядити емоційну напругу, не шкодячи оточуючим [4].

Тілесна вправа «Обійми метелика»:

Проста техніка саморегуляції: дитина схрещує руки на грудях і по черзі легенько поплескує себе по плечах. Це ритмічне навантаження допомагає «заземлитися» і знизити рівень паніки під час гучних звуків.

Гра «Кокон» (для роботи в укриттях):

Загортання дитини у плед або створення «будиночка» з подушок. Це відновлює відчуття кордонів власного тіла, яке часто втрачається під час сильного стресу [5].

Групова робота (для вихователів):

Коло «Ранкова зустріч»: Ритуал обміну емоціями. Використання «Карт настрою» (смайликів), щоб дитина могла просто вказати на свій стан, якщо їй важко говорити.

Спільне малювання на великих форматах (ватманах): Тема «Наше місто після перемоги». Це перемикає увагу з минулого травматичного досвіду на позитивне майбутнє [2].

Застосування цих методик дозволяє не лише вчасно помітити ознаки ПТСР або гострого стресу у дитини, але й надати їй інструменти самодопомоги [1]. Головне правило для фахівця: «Спочатку стабілізація, потім — розвиток» [3].

«Обійми метелика» (butterfly hug): Метод білатеральної стимуляції мозку. Дитина схрещує руки на грудях і по черзі легенько постукує по плечах. Це допомагає знизити рівень стресу «тут і зараз».

Методика «Мій безпечний будиночок»: Арт-терапевтичне створення (малювання, ліплення або будівництво з коробок) укриття, де дитина є «господарем» і де їй нічого не загрожує.

Техніка «Стаканчик гніву»: Використання паперового стаканчика, у який дитина може «викричати» або «виплакати» свої емоції, після чого він символічно викидається.

Казкотерапія: Читання або створення історій про маленьких героїв, які перемагають велику загрозу, що дає дитині відчуття надії та віри в позитивне завершення подій.

Висновок. Робота з дошкільнятами під час війни має базуватися на принципі «спершу стабілізація, потім – розвиток».

Головним ресурсом для дитини є емоційна стійкість дорослого.

Тільки через збереження ритуалів, режиму дня та тілесного контакту можна мінімізувати наслідки воєнної травми та зберегти психічне здоров'я майбутнього покоління.

Список літератури

1. Бех І. Д. Психологічна стійкість особистості у воєнний час. *Вісник НАПН України*. 2022. № 4 (1).
2. Зайцева Л. І. Емоційний стан дошкільників: виклики війни. *Науковий вісник*. 2023. Вип. 12.
3. Кочубейник О. М. Психологічна допомога дітям у кризових ситуаціях. Київ: Інститут психології ім. Г. С. Костюка, 2022. 56 с.
4. Ройз С. Ключі до стійкості. Як підтримати дитину під час війни. *Практичний посібник для батьків та педагогів*. 2022.
5. ЮНІСЕФ Україна. Психологічна підтримка дітей у часи війни: методичний посібник. Київ, 2022. 72 с.

ПСИХОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ СЦЕНІЧНОЇ ТРИВОЖНОСТІ ПІДЛІТКІВ ТА ЇХ КОРЕКЦІЯ ЗАСОБАМИ КОГНІТИВНО-ПОВЕДІНКОВОЇ ТА ТАНЦЮВАЛЬНО-РУХОВОЇ ТЕРАПІЇ

Хоптяр Ольга Василівна

здобувачка освіти II курсу освітнього рівня «магістр»
спеціальності 053 «Психологія»

Білоцерківський інститут неперервної професійної освіти
Національна академія педагогічних наук України
ДЗВО «Університет менеджменту освіти»

Публічні виступи в підлітковому віці підвищують ризик переживати тривогу через чутливість до соціальної оцінки та несталі механізми емоційної регуляції, а сценічна тривожність у DSM-5-TR розглядається в межах соціальної тривоги зі специфікатором *performance only*, що підкреслює її соціально оцінний характер і потребу цілеспрямованої профілактики в творчих студіях [9]. Дослідження теми спираються на напрацювання Д. М. Кларка та А. Веллса (когнітивна модель соціальної тривоги і її застосування в підлітковому віці), Р. Рапі та Р. Г. Геймберга (когнітивно-поведінкова модель соціальної тривоги), М. В. Айзенка та Н. Деракшан (теорія атенційного контролю про вплив тривоги на керування увагою) і Д. Т. Кенні (сценічна/музично-сценічна тривожність як специфічний випадок соціально-оцінної тривоги) – корпус робіт, що задає теоретичні та практичні орієнтири для профілактичних програм у виконавських колективах. Українські праці послідовно фіксують підвищені показники тривожності підлітків на тлі освітніх і суспільних стресорів, що збільшує вразливість до сценічних ситуацій у колективах виконавського спрямування [1; 2; 5; 8].

Сценічна тривожність має багатокомпонентну структуру з когнітивним компонентом катастрофізації помилок і страху викриття симптомів, поведінковим компонентом уникання і поведінок безпеки, фізіологічним компонентом автономної активації та атенційним компонентом самофокусу; у межах когнітивної парадигми підтримання симптомів зумовлюється самостереженням і післяподійною румінацією, а порушення довільного контролю уваги поглиблює перебіг під час перформансу [8].

Для адекватної оцінки доцільно комбінувати інструменти соціально-оцінної та загальної тривожності: LSAS і LSAS-CA відображають страх та уникання в соціальних і перформативних ситуаціях, а STAI дає змогу диференціювати стану й особистісну тривожність; українські емпіричні дані підтверджують придатність таких вимірювань у підліткових вибірках і демонструють зв'язок тривожності із самооцінкою [5; 8].

Логіка комбінованого підходу полягає у водночасній роботі з мисленням, увагою, поведінкою і тілесністю: когнітивно-поведінкова терапія таргетує

негативні переконання, самофокус і поведінки безпеки та у групових форматах показує клінічно значущі зниження тривожності з утриманням ефектів у катамнезі, тоді як танцетерапія впливає на тілесно-емоційний контур тривоги, покращує показники якості життя і міжособистісної взаємодії, а метааналіз фіксує зниження депресивної й тривожної симптоматики з помірним загальним ефектом. В умовах творчих колективів інтеграція реструктуризації мислення, експозицій і тренування уваги з модулями тілесної регуляції, ритмічної синхронізації та якірного руху адресує всі чотири компоненти сценічної тривожності [10; 11].

Практичне впровадження доцільно будувати як коротку програму з послідовними кроками. Спершу проводиться психоедукація й стартова діагностика за LSAS, LSAS-CA та STAI з нормалізацією тривоги та поясненням зв'язку думки–тіло–поведінка [5; 8]. Далі застосовується перше тілесне ядро танцетерапії з прогресивною релаксацією, керованим диханням у фіксованому ритмі, роботою зі скутістю плечового поясу й шиї та короткими імпрровізаціями під ритм групи як базисом зниження соматичної напруги. Паралельно впроваджується когнітивно-поведінковий модуль виявлення автоматичних думок, техніки доказів «за і проти» та формули підтримки для підготовчого періоду. Наступним кроком є тренування уваги з тихим поглядом, фокусом на завданні та мікроекспозиціями з відеофідбеком для зменшення самофокусу та переоцінки загрози в оцінних ситуаціях [8; 10]. Потім посилюється друге тілесне ядро через парні та групові синхронізації й колективні маркування старту, що підвищують відчуття підтримки та знижують внутрішній моніторинг [11]. Завершує цикл передвиступова рутинна з послідовністю дихання, установки уваги, якірного руху і старту та подальшою постподійною переоцінкою без румінації відповідно до логіки когнітивної моделі [10].

Український емпіричний контекст свідчить про наявність високих рівнів тривожності у частини підлітків, кореляцію з самооцінкою та ефективність групових профілактичних програм, що обґрунтовує застосування комбінованих підходів профілактики саме в творчих студіях і колективах хореографічного спрямування. Емпіричні роботи в українських репозитаріях описують апробацію танцювально-рухових програм для підлітків і фіксують покращення емоційного стану після структурованих циклів занять, що узгоджується з логікою зменшення тілесної напруги та самофокусу в умовах групової роботи [2].

В освітньо-практичному полі хореографії інтеграція елементів DMT у тренувальний процес майбутніх виконавців і хореографів показує позитивний вплив на морально-психологічний стан, саморегуляцію та професійні компетентності, що прямо релевантно для колективів із регулярними сценічними завданнями [4]. Магістерські дослідження з опорою на теорію руху Р. Лабана демонструють відновний потенціал роботи з диханням, центром ваги, фокусом уваги та просторово-часовими параметрами руху, які легко інтегруються у підготовчі блоки репетицій хореографічних ансамблів. Публікації, що узагальнюють українські кейси застосування сучасного танцю та DMT під час воєнного стану, відзначають зниження стресу й зростання адаптивності у різних

групах, включно зі студентською молоддю, що робить метод доцільним для профілактики сценічної тривоги в репетиційних умовах і малих показах [3; 6;].

Додатково фахові огляди з фізичної реабілітації підтверджують системні психофізичні вигоди DMT, що слугує підґрунтям для включення тілесних модулів у комбіновані програми творчих колективів із чітким протоколом навантаження та відновлення [7]. На рівні організації це означає доцільність коротких стандартизованих сесій у зв'язці з основним репетиційним циклом, акцент на груповій синхронізації та «якірних» рухах для виходу на сцену, а також регулярний моніторинг динаміки тривожності за узгодженими шкалами у фіксовані інтервали [4; 6; 10; 11].

Сценічна тривожність підлітків є специфічним різновидом соціальної тривоги з добре описаними механізмами підтримання. Інтеграція когнітивно-поведінкової терапії і танцювальної терапії у форматі короткої модульної програми забезпечує вплив на когнітивні, атенційні, поведінкові та тілесні компоненти тривожності, що підтверджується сучасними зарубіжними оглядами і відповідає українським емпіричним спостереженням. Доказова база свідчить, що поєднання реструктуризації мислення, тренування уваги та цілеспрямованих тілесних інтервенцій знижує виразність тривожних симптомів і покращує якість виконання у підліткових творчих колективах. Для масштабування потрібні стандартизований протокол із чіткими кроками сесій і регулярний моніторинг за LSAS та STAI з інтервалом у чотири–шість тижнів. Підготовка керівників колективів базовим інструментарієм DMT і КПТ підвищує ефективність програми та утримання ефектів у катамнезі.

Список літератури

1. Бороздина, Т. Соціально-психологічні детермінанти прояву тривожності підлітків: теоретичний аспект : [Електронний ресурс] // Тернопільський ДПУ URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/34529>. (Дата звернення: 19.03.2026).

2. Божок, Ю. Ю. Гармонізація емоційного стану підлітків засобами танцювальної терапії : кваліфікаційна робота. Кривий Ріг: КДПУ, 2025. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/12233>. (Дата звернення: 20.03.2026).

3. Вільховченко, Т. І. Розвиток танцювально-рухової терапії в Україні : [Електронний ресурс] // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки. 2017. URL: <https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/6273>. (Дата звернення: 19.03.2026).

4. Дегтяр, Л.; Курдупова, О. Інтеграція танцювально-рухової терапії в систему професійної хореографічної освіти : [Електронний ресурс] // Актуальні питання гуманітарних наук. 2025. URL: https://www.apnh-journal.in.ua/archive/86_2025/part_1/48.pdf. (Дата звернення: 20.03.2026).

5. Емпіричне дослідження тривожності в підлітковому віці : [Електронний ресурс] // Інсайт: психологічні виміри суспільства (ХДУ). URL:

<https://ekhsuir.kspu.edu/items/7c0100f4-0d17-47ce-8982-787b279ee16e>. (Дата звернення: 21.03.2026).

6. Левицька, К. Танцювальний рух – як засіб емоційного відновлення людини в умовах сьогодення: практичний аспект теорій Р. Лабана : магістерська робота. Харків: ХДАК 2024. URL: <https://repository.ac.kharkov.ua/handle/123456789/3747>. (Дата звернення: 20.03.2026).

7. Назарук, В. Л.; Дністрянська, М. В. Танцювально-рухова терапія як засіб фізичної терапії : [Електронний ресурс] // Фізична реабілітація та рекреація. 2023. URL: <https://www.researchgate.net/publication/372329164>. (Дата звернення: 19.03.2026).

8. Широких, А.; Шевчук, А. Психологічні особливості підвищеної тривожності у підлітків : [Електронний ресурс] // Психологія: реальність і перспективи. 2023. № 20. С. 195–204. URL: https://prap.rv.ua/index.php/prap_rv/article/view/326. (Дата звернення: 19.03.2026).

9. American Psychiatric Association. Social Anxiety Disorder (DSM-5-TR Fact Sheet) 2022. URL: <https://www.psychiatry.org/getmedia/18acfc35-bf15-4c61-b1c8-9a05b0fafc1f/APA-DSM5TR-SocialAnxietyDisorder.pdf>. (Дата звернення: 19.03.2026).

10. Haugland, B. S. M.; Haaland, Å. T.; Baste, V.; та ін. Effectiveness of Brief and Standard School-Based Cognitive-Behavioral Interventions for Adolescents With Anxiety: A Randomized Noninferiority Study // Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry. 2020. Vol. 59(4). P. 552–564.e2. URL: [https://www.jaacap.org/article/S0890-8567\(20\)30001-0](https://www.jaacap.org/article/S0890-8567(20)30001-0). (Дата звернення: 19.03.2026).

11. Koch, S. C.; Riege, R. F. F.; Tisborn, K.; Biondo, J.; Martin, L.; Beelmann, A. Effects of Dance Movement Therapy and Dance on Health-Related Psychological Outcomes. A Meta-Analysis Update // Frontiers in Psychology. 2019. Vol. 10, 1806. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01806. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01806>. (Дата звернення: 19.03.2026).

ОСВІТА ВПРОДОВЖ ЖИТТЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СОЦІАЛЬНОЇ МОБІЛЬНОСТІ ТА ПОДОЛАННЯ НЕРІВНОСТІ

Брюханова Наталія Олександрівна

докт. пед. наук, професор, в.о. завідувача кафедри
педагогіки, методики та менеджменту освіти
Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

У сучасному суспільстві, що характеризується динамічними соціально-економічними та технологічними змінами, освіта перестає бути обмеженим етапом життя людини і набуває ознак безперервного процесу.

Освіта впродовж життя «... є як потребою кожної людини, так і загальною вимогою часу до всього суспільства. Така освіта сприяє адаптації кожної людини до соціальних та економічних умов, які в сучасному світі досить швидко змінюються. Це своєрідний спосіб захисту особистості від непередбачуваних подій у світі та від загальної невизначеності. Саме тому освіта впродовж життя має бути потребою кожної людини» [1].

Сприяючи більш повній інтеграції людини в суспільство, освіта впродовж життя виступає важливим інструментом забезпечення соціальної мобільності та подолання нерівності.

Проблема соціальної нерівності залишається однією з найгостріших у сучасному світі, проявляючись у нерівному доступі до освітніх ресурсів, працевлаштування та соціальних благ. Обмежений доступ до якісної освіти значною мірою зумовлює відтворення нерівності між поколіннями, що ускладнює соціальне просування окремих груп населення. У цьому контексті освіта впродовж життя розглядається як ефективний інструмент подолання цих бар'єрів і забезпечення більш справедливого розподілу можливостей.

Соціальна мобільність, як «переміщення людських спільнот або індивідів у соціальній структурі суспільства, зміна соціального статусу або приналежності до певної верстви населення» [2], значною мірою залежить від доступу до освіти. Саме освіта відкриває можливості для здобуття нових професій, підвищення кваліфікації та розширення соціальних перспектив. У цьому сенсі освіта впродовж життя забезпечує як горизонтальну мобільність (зміну сфери діяльності), так і вертикальну (підвищення соціального статусу), сприяючи професійній гнучкості та адаптивності фахівців.

«Особа реалізує своє право на освіту впродовж життя шляхом формальної, неформальної та інформальної освіти» [3]. Формальна освіта реалізується через освітні інституції, неформальна – через курси, тренінги, онлайн-програми, а інформальна – через самоосвіту та життєвий досвід. Така багатовимірність створює умови для формування індивідуальних освітніх траєкторій, які передбачають свідомий вибір змісту, темпу, форм і засобів освіти відповідно до інтересів, здібностей і професійних цілей здобувача освіти, а отже, –

трансформує роль здобувача з пасивного споживача знань у активного суб'єкта освітньої діяльності, здатного до самостійного планування, прийняття рішень і відповідальності за результати навчання. Водночас освітнє середовище має забезпечувати варіативність ресурсів, гнучкість програм і педагогічну підтримку, що дозволяє кожному вибудовувати власну освітню стратегію. У цьому контексті індивідуальні освітні траєкторії стають ефективним механізмом не лише персоналізації навчання, а й формування професійної суб'єктності, готовності до безперервного саморозвитку та адаптації до вимог цифрового суспільства.

Важливим механізмом впливу освіти впродовж життя на соціальну мобільність є розвиток професійних і загальних компетентностей. Постійне оновлення знань і навичок дозволяє фахівцям адаптуватися до змін на ринку праці, підвищувати свою конкурентоспроможність і розширювати кар'єрні можливості. Поряд із цим розвиток таких універсальних компетентностей, як здатності до критичного мислення, комунікації, навчання та адаптації, сприяє не лише професійному зростанню, а й активній участі особистості в суспільному житті.

Цифровізація суттєво розширює потенціал освіти впродовж життя. Використання онлайн-курсів, освітніх платформ і відкритих ресурсів забезпечує доступ до знань незалежно від місця проживання, що сприяє зменшенню територіальної нерівності. Разом із тим цифрова трансформація породжує нові виклики, зокрема проблему цифрової нерівності, пов'язаної з обмеженим доступом до інтернету або недостатнім рівнем цифрової грамотності. У зв'язку з цим актуалізується необхідність розвитку цифрової інфраструктури та впровадження програм підвищення цифрових компетентностей населення.

Важливим інструментом реалізації концепції освіти впродовж життя є впровадження гнучких освітніх програм, які враховують потреби різних соціальних груп і забезпечують можливість поєднання навчання з професійною діяльністю. Особливого значення в умовах цифровізації набуває надання мікрокваліфікацій на основі масових відкритих онлайн-курсів (МООС). Мікрокваліфікації як короткострокові освітні результати, що підтверджують сформованість конкретних компетентностей, забезпечують гнучкість освітніх траєкторій і дозволяють оперативно реагувати на потреби ринку праці.

Використання МООС сприяє індивідуалізації навчання, оскільки здобувачі освіти отримують можливість самостійно обирати зміст, темп і формат освітнього процесу. Це не лише розширює доступ до знань, але й формує автономність, відповідальність і здатність до саморегуляції, що є важливими характеристиками сучасного фахівця. Водночас інтеграція результатів навчання, здобутих у межах онлайн-курсів, у формальні освітні програми забезпечує поєднання різних форм освіти та сприяє формуванню відкритого освітнього простору.

Суттєву роль у розвитку освіти впродовж життя відіграє державна політика та міжсекторальна взаємодія. На державу покладається забезпечувати доступність освіти, підтримувати освітні ініціативи та стимулювати участь

громадян у навчанні. Важливим є також партнерство між державою, бізнесом і закладами освіти, що дозволяє узгоджувати зміст навчання з потребами ринку праці та забезпечувати ефективне використання ресурсів.

Таким чином, освіта впродовж життя виступає системним інструментом забезпечення соціальної мобільності та подолання нерівності. Вона створює умови для розвитку компетентностей, розширення освітніх можливостей і підвищення якості життя різних груп населення. Її ефективність залежить від комплексного поєднання доступності, гнучкості, цифровізації та інклюзивності освітніх процесів.

Подальшого вирішення потребують проблеми цифрової нерівності, доступу до ресурсів та забезпечення якості освітніх послуг.

Список літератури

1. Паньків Г.С. Освіта впродовж життя: потреба чи вимога часу? Академічні візії. Секція: «Освіта/Педагогіка», 2023. Вип.17. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/192/172>
2. Аязбаєва А.С. Соціальна мобільність у сучасному суспільстві. Вісник науки та освіти, 2023. №7(13). URL: <https://perspectives.pp.ua/index.php/vno/article/view/8503/8548>
3. Про освіту: Закон України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.

The authors of the XIII International Scientific and Practical Conference «Global trends and directions of scientific research development» were representatives of the following educational institutions:

Agricultural University of Tirana; University of Molise; West Ukrainian National University; Lviv Polytechnic National University; Kyiv Aviation Institute; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University; National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”; Kharkiv National University of Internal Affairs; V. I. Vernadskyi National Library of Ukraine; Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University; Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of the National Academy of Sciences of Ukraine; Odesa Polytechnic National University; Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies; Vadym Hetman Kyiv National Economic University; Polissia Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine; Center for Evaluation of Scientific Institutions Performance and Scientific Support for Regional Development of Ukraine of the National Academy of Sciences of Ukraine; National University of Water and Environmental Engineering; Sokhumi State University; University of Educational Management; Khmelnytskyi National University; Sumy Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education; Uzhhorod National University; General Energy Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine; Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University; National University “Odesa Law Academy”; Lviv State University of Internal Affairs; S. D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University; Pavlodar Branch of Semey Medical University; Semey Medical University; Astana Medical University; West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University; Kharkiv National Medical University; Bogomolets National Medical University; Taras Shevchenko National University of Kyiv; Ivano-Frankivsk National Medical University; Dnipro State Technical University; National University of Civil Protection of Ukraine; H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University; Oles Honchar Dnipro National University; National Academy of Educational Sciences of Ukraine; University of Educational Management; V. N. Karazin Kharkiv National University and others.

GLOBAL TRENDS AND DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT

Scientific publications

Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference
«Global trends and directions of scientific research development»,
Bilbao, Spain. 228 p.
(March 31 – April 3, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90214-550-9

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.13

Text Copyright © 2026 by the International Science Group (isg-konf.com).

Illustrations © 2026 by the International Science Group.

Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©

Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.

No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is: Ismailaj E., Huqi A., Varaku S., Palmieri D. Cultivar response of tomato to *Fusarium oxysporum* isolates FO23 and FOL43 under controlled conditions. Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference. Bilbao, Spain. 2026. Pp. 10-13 URL: <https://isg-konf.com/global-trends-and-directions-of-scientific-research-development/>