



International Science Group

ISG-KONF.COM

**XXXV International Scientific and Practical Conference
«Innovative vector of science development: from idea to
implementation»**

**September 01–04, 2026
Bilbao, Spain**

ISBN - 979-8-90600-148-1

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.35

INNOVATIVE VECTOR OF SCIENCE DEVELOPMENT: FROM IDEA TO IMPLEMENTATION

Proceedings of the XXXV International Scientific and Practical Conference

Bilbao, Spain
September 01–04, 2026

UDC 01.1

The XXXV International scientific and practical conference “Innovative vector of science development: from idea to implementation” (September 01–04, 2026) Bilbao, Spain. International Science Group. 2026. 90 p.

ISBN – 979-8-90600-148-1

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.35

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>Mykolaivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING		
1.	Корчак М.М. ПЛАНУВАННЯ ТА ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАХИСТУ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	6
AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
2.	Sliusarchyk D. AI-DRIVEN SYSTEM INTEGRATION FOR INTELLIGENT ENTERPRISE INFRASTRUCTURE: ARCHITECTURE, AUTOMATION AND DIGITAL TRANSFORMATION	10
BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY		
3.	Конопельнюк В.В., Остапченко Л.І. ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ДИСБАЛАНС ЗА УМОВ ДІЄТ-ІНДУКОВАНОГО ОЖИРІННЯ: ВІД ФЕРМЕНТАТИВНОГО ЗАХИСТУ ДО ЛІПОПЕРОКСИДАЦІЇ	17
CHEMISTRY		
4.	Guliyev R., Yasin J., Ulviyya H., Aygun I. SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW AZOMETHINES BASED ON 4-HYDROXY- AND 4- (DIMETHYLAMINO)BENZALDEHYDE	21
5.	Koshchii I., Klimko Y. ADAMANTYLGLYCINE AS A SYNTHON FOR NITROGENOUS HETEROCYCLES. SYNTHESIS OF 3-(ADAMANTAN-1-YL)-6,10B- DIHYDRO-2H-OXAZOLO[2,3-A]ISOQUINOLINE-2,5(3H)-DIONE	24
COMPUTER SCIENCE		
6.	Havryliuk Y. AUTONOMOUS NAVIGATION FOR FPV DRONES	27
7.	Крест Я.І.О., Катков Ю.І. ІННОВАЦІЙНИЙ ВЕКТОР РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ SMART HOME: ГІБРИДНИЙ ПІДХІД PARETO-NASH-MPC ВІД ІДЕЇ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ	30

8.	Троцько О.О., Драглюк Ю.Ю., Єфименко О.В., Журавський Ю.В., Шишацький А.В. РОЗРОБКА СУКУПНОСТІ МОДЕЛЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	40
CYBERSECURITY AND INFORMATION PROTECTION		
9.	Овсянніков В., Котюх Ю., Побережець Т., Вороной О., Чурілова І. ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД КІБЕРГІГІЄНИ: ОСНОВНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ	51
DENTISTRY		
10.	Бабеня Г.О., Пасечник О.В., Пасечник А.М. ДЕНТАЛЬНА ІМПЛАНТАЦІЯ В ПОХИЛОМУ ВІЦІ: БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ РИЗИКУ	55
ECONOMICS		
11.	Дарушин О.В. ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ЕКОНОМІЧНИХ КРИЗ ЛОГІСТИЧНО-ІНФРАСТРУКТУРНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВИХ ВИКЛИКІВ	58
EDUCATION		
12.	Рикова О.С. ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ НАОЧНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ	61
HISTORY AND ARCHEOLOGY		
13.	Черняк С.Г. ШЛЯХЕТСЬКІ АРХІВИ	65
LAW		
14.	Нlynianyi І. ENSURING THE SECURITY OF THE ELECTORAL PROCESS IN UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION	68
MEDICINE		
15.	Лопаткіна О.П., Галунко Г.М., Лопаткін В.В. ГОСТРИЙ СИНДРОМ ВІДМІНИ АНТИТИРЕОЇДНИХ ПРЕПАРАТІВ: КЛІНІЧНИЙ ПРИКЛАД	74

PSYCHOLOGY		
16.	Nauchitel O., Kuzminova S., Yakusheva Y. CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL IDENTITY AMONG YOUTH UNDER THE CONDITIONS OF THE TRANSFORMATION OF UKRAINIAN SOCIETY	77
17.	Коваленко А.В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БІОСУГЕСТИВНОЇ ТЕРАПІЇ У СПРИЯННІ ПОСТТРАВМАТИЧНОМУ ЗРОСТАННЮ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З БОЙОВИМ ДОСВІДОМ	85

ПЛАНУВАННЯ ТА ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАХИСТУ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Корчак Микола Миколайович

к.т.н., доцент

Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”

Система *інтегрованого захисту озимих зернових* поєднує агротехнічні (сівозміна, обробіток ґрунту), біологічні та хімічні заходи (протруювання, інсектициди, гербіциди) для контролю шкідників, хвороб та бур'янів. Основна її мета – зменшення використання пестицидів, враховуючи ЕПШ (економічні пороги шкідливості), та забезпечення максимального урожаю за мінімальної шкоди екосистемі [1, 2].

Втрати врожаю в Україні зернових колосових культур від шкідників досягають до 10 млн т, або 20 % валового збору зерна. Отже, запобігання втратам є суттєвим заходом збереження кількісних і якісних показників зерна.

В сучасних технологіях вирощування зернових колосових культур захист від шкідників є невід'ємною складовою. Зерновим колосовим культурам в умовах ґрунтово-кліматичних умовах України завдають шкоди понад 100 видів комах, кліщі, нематоди, гризуни. На рослинах зареєстровано значну кількість хвороб, які спричиняються грибами, бактеріями, вірусами. У посівах зернових колосових культур також налічується декілька сотень видів бур'янів.

Основні шкідливі організми, які мають значення в посівах зернових колосових культур [3]:

- *шкідники* (Злакові: цикади, попелиці; Пшеничний трипс; Клоп-черепашка; Шведські мухи; Гесенська муха; Опоміза пшенична; Пшенична муха; Пильщик хлібний; Жук-кузька; Хлібна жужелиця; Озима совка; Мишоподібні гризуни);

- *хвороби* (Сажка: тверда, летюча, стеблова; Іржа: бура, стеблова, жовта; Кореневі гнилі: гельмінтоспориозна, фузаріозна, церкоспорельозна; Борошниста роса; Септоріоз; Фузаріоз колоса);

- *бур'яни* (Берізка польова; Гірчак розлогий; Фалопія березковидна; Гірчиця польова; Лобода біла; Мишій сизий; Осот: рожевий, жовтий; Плоскуха звичайна; Чистець однорічний; Щириця звичайна; Грицики звичайні; Жабрій звичайний; Куколиця біла; Латук компасний; Підмаренник чіпкий; Ромашка непахуча; Рутка лікарська; Сокирки посівні; Талабан польовий).

Програма комплексного захисту рослин озимих зернових колосових культур від шкідників передбачає наступні строки проведення основних захисних заходів [3]:

- Березень-квітень. Відновлення весняної вегетації - кущіння (II-III етапи). Обов'язкове раннє весняне боронування посівів впоперек рядків у залежності від стану посівів. Прикореневе підживлення мінеральними добривами з додаванням мікроелементів згідно агрохімічного аналізу ґрунту на окремому взятому полі;

- Травень. Вихід у трубку (V-VI етапи). Обприскування посівів одним з дозволених фунгіцидів : абакусом, м.к.е., 1,25-1,75 л/га, аканто плюс, к.е, 0,5-0,75 л/га, альбіт ТПС, т.п.с, 0,04 л/га, альто супер, к.е, 0,4-0,5 л/га, амістаром;

- Травень-червень. Кінець фази виходу в трубку (поява прапорцевого листка) – колосіння (VII-VIII етапи). Обприскування посівів проти хвороб листя тими ж фунгіцидами, що й на IV-VI етапах;

- Травень-червень. Колосіння-цвітіння (VIII-IX етапи) Обприскування посівів одним з дозволених фунгіцидів : альто супер, к.е., 0,4-0,5 л/га, амістадом екстра, 0,5-0,75 л/га, абакусом, м.к.е.. 1,25-1,75 л/га, аяксом, КС, 0,4-0,6 л/га, бампером супер, к.е., к.е., 0,8-1,2 л/га, джерелом, к.с., 0,5 л/га, заміром, в.е., 0,75-1,5 л/га, імпаком Т, к.с., 1 л/га та аналогами, колосалем, к.е., 1 л/га, рексом дуо, к.е. 0,6 л/га, супрімом 400, в.е., 0,75-1,5 л/га, титулом дуо, к.к.р., 0,25 л/га, фолікулом, к.е., 1 л/га, фальконом, к.е., 0,6 л/га, фортецею, к.е., 1 л/га, тірексом, к.е., 0,5 л/га;

- Липень. Повна стиглість зерна (XII етап). Першочергове і в стислі строки збирання прямим комбайнуванням урожаю сильних і цінних сортів пшениці, насінневих посівів, а також посівів, заселених шкідливою черепашкою і уражених фузаріозом колоса та іншими хворобами;

- Липень-серпень. Післязбиральний період. Очищення та просушування зерна в буртах на токах і в зерносховищах до вологості не вище 14%, розміщення його окремими партіями з однаковим ступенем зараженості фузаріозом;

- Липень-серпень. Допосівний період. Добір кращих попередників з урахуванням фітосанітарного стану кожного поля, структури посівних площ сільськогосподарських культур у сівозміні, максимальне обмеження колосових попередників, впровадження волого- і енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту та оптимальної системи удобрення у відповідності з зональними рекомендаціями;

- Серпень-вересень. Передпосівний період (за 2-3 тижні до сівби - в день сівби). Протруєння насіння із зволоженням або водними суспензіями одним з дозволених препаратів (10 л/т): альфа-протруйник, т.к.с, 0,5 л/т, антал, к.е, 0,3-0,4 л/т, бастіон, ТН, 1 л/т, віал траст. КС, 0,3-0,4 л/т, вінцит, к.е, 1,5-2 л/т, вінцит мініма, к.е, 1-2 л/т, вінцит форте, к.е, 1-2 л/т, вінцит форте, к.е, 1-1,25 л/т, віта вакс 200 ФФ, в.с.к, 2,5-3 л/т та аналогами, дерозал, к.е, 0,5 л/т, дефендер, к.е, 2 л/т, кінто дуо, к.е, 2-2,5 л/т, колфуто супер, в.е, 3 л/т, корріоліс, т.к.с., 0,2 л/т, ламардор про 180, ТН, 0,5-0,6 л/т, максим стар, т.к.с, 1-1,5 л/т, оріус універсал, е.н, 1,75-2 л/т, селест топ, т.к.с, 1-2 л/т, сертікор, т.к.с, 0,75-1 л/т, скарлет МЕ, м.е, 0,3-0,4 л/т, раксил ультра, т.к.с, 0,2 л/т, ТМТД, в.к.е, 3-4 л/т, таймень, к.е, 2-2,5 л/т, томагавк, т.к.с, 0,4-0,5 л/т, фундазол, з.п, 2-3 кг/т, цензор тотал, т.к.с, 1 л/т, юнта квадро, т.к.с, 1,5-1,6 л/т. Системні протруйники доцільно використовувати безпосередньо перед сівбою насіння;

- Вересень-жовтень. Сходи – початок кушіння (I-II етапи). Крайове або суцільне обприскування посівів одним з інсектицидів: актарою, в.г, 0,1-0,14 кг/га, альфагардом, к.е, 0,15 л/га, данадимом стабільним, к.е, 1-1,5 л/га, енжіо, к.е, 0,18 л/га, каратезеоном, м.к.с, 0,15 л/га, 0,15 л/га, карателем, к.е., 1,5 л/га, Бі-

58 новим, к.е., 1,5 л/га, піринексом, к.е., 1,2 л/га, сумі-альфа, к.е., 0,2- 0,25 л/га, фортраном, к.е., 1,5 л/га, фуфаномом, к.е., 1,2 л/га, ф'юрі, в.е., 0,07 л/га. Обприскування посівів одним з інсектицидів: альфа гард, к.е., 0,15 л/га, дурсбан, к.е., 1-1,5 л/га, нурелл Д, к.е., 0,75-1 л/га, піринекс, к.е., 1,2 л/га, маршал, к.е., 0,8-1,2 л/га, фостран, к.е., 1,5 л/га, або іншими дозволеними інсектицидами;

- Жовтень. Кушіння (II-III етапи) Обприскування посівів проти хвороб листя тими ж фунгіцидами, що й у фазі виходу в трубку;

- Осінь-зима. Кушіння (II-III етапи) Розкладання зерен роденфосу (3 г в нору), брикетів шторму (0,7-1,5 кг/га), бродисану А (3 г в нору) та ін.

Гербіциди, дозволені і рекомендовані для застосування в посівах зернових колосових культур: 2.4-Д 500, в.р.; Амінка, в.р.; Луварам, в.р.к.; 2,4-Д амінна сіль, в.р.; Естерон 60, к.е.; Банвел 4S 480 SL, в.р.к.; Компас 970, в.г.; Бар'єр, в.р.; Діамін Люкс, в.р.к.; Лонтрел 300, в.р.; Бромотрил 22,5, к.е.; Базагран, в.р.; Гранстар 75, в.г.; Монітор 750, в.г.; Аркан 750, в.г.; Дифезан, в.р.;

Старане 200, к.е.; Аврора, в.г.; Лотус, к.е.; Пріма, с.е.; Пума Супер, м.в.е. та інші [3].

Висновки. Для належного проведення технологічних операцій захисту від шкідників при вирощуванні озимих зернових культур необхідно чітко дотримуватися програми комплексного захисту, строків та норм витрат основних препаратів [3-13].

Список літератури

1. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.

2. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль: Збруч, 2003. 262 с.

3. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенко. Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. 273 с.

4. Victor Sheichenko, Ihor Marynchenko, Ihor Dudnikov, and Mykola Korchak. (2019). Development of technology for the hemp stalks preparation / Independent Journal of Management and Production // State agrarian and engineering university in Podilia. V. 10, № 7, pp. 687 – 701. (ISSN: 2236-269X).

<http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/913>

5. M. Korchak, S. Yermakov, V. Maisus, S. Oleksiyko, V. Pukas and I. Zavadskaya. Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. E3S Web of Conferences. Krynica, Poland. 6th International Conference – Renewable Energy Sources. Volume 154 (2020). (ISSN: 2267-1242).

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009>

6. Mykola Korchak, Serhii Yermakov, Taras Hutsol, Lesya Burko, and Weronika Tulej. Features of weediness of the field by root residues of corn // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 13th International Scientific and Practical

Conference. Rezekne, Latvia (2021), Volume 1, pp. 122 – 126.
<https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6541>

7. Korchak, M., Bliznjuk, O., Nekrasov, S., Gavrish, T., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Kostyrkin, O., Semenov, E., and Saveliev, D. (2022). Development of rational technology for sodium glyceroxide obtaining. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Volume 5, № 6 (119), pp. 15 – 21.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265087>

8. Korchak, M., Bragin, O., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Stankevych, S., Svishchova, Ya., Khimenko, N., Filenko, O., and Petukhova, O. (2022). Development of transesterification model for safe technology of chemical modification of oxidized fats. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Volume 6, № 6 (120), pp. 8 – 13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266931>

9. Yermakov S., Korchak M., Duhanets V., Pukas V., and Vusatyi M. (2024). Rationale for the combined cultivator design for cultivating soil littered with plant remains of rough-stemmed crops. *Environment. Technology. Resources*. 15th International Scientific and Practical Conference. June 27-28, 2024, "Vasil Levski" National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria.

<https://doi.org/10.17770/etr2024vol1.7959>

10. Mykola Korchak, Anatolii Shostia, Svitlana Usenko, Liudmyla Floka, Nadiia Hniti, Liubov Morozova, Vita Glavatchuk, Larysa Marushko, Serhii Nekrasov, and Roman Mylostyvyi. (2024). Determination of rational parameters of chemical transesterification technology of sunflower oil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology organic and inorganic substances*, Volume 5, № 6(131), pp. 26 – 33. ISSN 1729-3774.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313095>

11. C. Lu, S. Shevchenko, V. Geichuk, M. Korchak, and A. Topalov. (2024). Research on Improving Seals to Suppress Vibration of Rotary Machines”, *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, Vol. 77, no. 6, pp. 881–891, Jun. 2024.

<https://doi.org/10.7546/CRABS.2024.06.11>

12. W. Hui, S. Shevchenko, M. Korchak, A. Lesko, A. Monakhov, Yu. Halynkin, and O. Gerasin. (2025). A Study of Mechanical Seal Rings Thermal and Force Deformations in Energy Rotor Machines. *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, vol. 78, no. 1, pp. 109–118, Jan. 2025. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2025.01.13>

13. Korchak, M., Knysh, V., Shostia, A., Usenko, S., Hmelnitska, Y., Rachynska Z., Viaskov V., Kostenko I., Glavatchuk V., Zygin S. (2025). Establishing the influence of sunflower oil quality indicators on the efficiency of the transesterification catalyst. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (6 (138)), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.344900>

AI-DRIVEN SYSTEM INTEGRATION FOR INTELLIGENT ENTERPRISE INFRASTRUCTURE: ARCHITECTURE, AUTOMATION AND DIGITAL TRANSFORMATION

Slusarchyk Denys

IT Consultant | System Integration Expert | Full-Stack & AI Developer
Freelance, San Francisco Bay Area, California, United States

The transition from traditional enterprise automation to intelligent infrastructure is changing the role of system integration. In earlier generations of corporate information systems, integration was often understood as the technical connection of servers, networks, software platforms, engineering equipment, and communication channels. In the current environment, this interpretation is no longer sufficient. Enterprises increasingly operate hybrid infrastructures in which physical assets, operational technology, information technology, cloud services, data platforms, cybersecurity controls, and artificial intelligence must interact as a coordinated system. The practical objective of integration therefore shifts from connecting isolated components to creating a unified digital environment capable of continuous data exchange, automated decision support, and adaptive control.

A useful conceptual basis for this transformation is the enterprise-control integration model formalized in the ISA-95 family of standards. ISA-95 defines interfaces between manufacturing control functions and enterprise functions and provides common terminology for information exchange across operational and business layers [1]. Although the model originated in industrial automation, its layered logic remains relevant to modern intelligent infrastructure because it helps distinguish physical processes, control systems, operations management, and enterprise applications. In contemporary projects, these layers are no longer completely isolated. Edge computing, cloud platforms, industrial Internet of Things technologies, and application programming interfaces create continuous data flows between them, while artificial intelligence introduces an additional analytical layer that can influence decisions at several levels.

The architecture of an AI-driven integrated enterprise can therefore be represented as a sequence of interconnected functional layers. The physical layer contains production equipment, building systems, electrical and mechanical infrastructure, sensors, meters, cameras, actuators, and other field devices. Above it, the control and edge layer contains programmable controllers, gateways, local automation systems, BMS platforms, industrial computers, and edge analytics. The connectivity layer includes wired and wireless networks, secure remote access, routing, switching, and protocol conversion. The data and integration layer provides message brokers, APIs, databases, data lakes, integration platforms, and digital-twin services. Enterprise applications such as ERP, CRM, asset management, service management, and business

intelligence operate above these layers. Artificial intelligence can then use data from the entire architecture for forecasting, optimization, anomaly detection, recommendations, and automated response.

This layered approach is consistent with modern IoT architecture practices. Microsoft, for example, describes IoT solutions through stages that include sensing, network connectivity, data ingestion, processing, and application or presentation functions [2]. The same logic can be extended beyond classic IoT to enterprise system integration. A temperature sensor in a building, a vibration sensor on industrial equipment, a smart power meter, or a network monitoring platform becomes useful not because the device is connected, but because its data can be normalized, correlated with other sources, interpreted in context, and converted into an operational action. The value of integration therefore depends on the ability to move from raw telemetry to meaningful business and engineering decisions.

Artificial intelligence expands this capability by introducing predictive and adaptive functions. Traditional automation is primarily based on predefined rules: when a measured parameter exceeds a threshold, the system performs a specified action. AI-based systems can analyze historical patterns, identify complex relationships, forecast future states, and recommend actions before a threshold is exceeded. In facility management, this may include prediction of HVAC load, identification of abnormal energy consumption, or detection of equipment degradation. In IT infrastructure, it may include prediction of storage capacity, network congestion, or service degradation. In manufacturing, AI can support predictive maintenance, quality control, production scheduling, and anomaly detection. The integrated architecture is essential because the accuracy and practical value of these models depend on access to reliable data from multiple systems.

At the same time, the deployment of AI in enterprise infrastructure introduces governance requirements that are different from those of conventional automation. The NIST Artificial Intelligence Risk Management Framework emphasizes the need to manage AI risks throughout design, development, deployment, and use, with attention to trustworthiness, transparency, reliability, and accountability [3]. For system integrators, this means that AI should not be treated as an isolated software module. It must be embedded in a broader operational architecture that defines data ownership, model responsibilities, validation procedures, human oversight, logging, access control, and fallback mechanisms. Especially in engineering systems, an AI recommendation and a direct control command are not equivalent. Critical functions should preserve deterministic safety logic and allow human or rule-based intervention when necessary.

A practical intelligent-infrastructure architecture should therefore separate decision support from safety-critical control. AI models can analyze equipment behavior, calculate optimization scenarios, prioritize alarms, and recommend control changes, while verified automation systems remain responsible for executing critical sequences. This separation reduces operational risk and allows organizations to benefit from AI without creating uncontrolled dependencies on probabilistic models. The approach is particularly important for power systems, cooling systems, industrial processes, access

control, and other environments where a wrong control decision may lead to downtime, physical damage, or safety consequences.

Data quality is another central issue. Enterprise integration projects frequently combine information from systems created by different vendors, at different times, and for different operational purposes. Device names, measurement units, timestamps, asset identifiers, maintenance records, and alarm classifications may be inconsistent. Before AI can be applied effectively, the integration layer must normalize these data and establish common semantic models. Asset hierarchies, metadata, master data, and contextual relationships become as important as network connectivity. Without this work, organizations risk creating advanced analytics on top of fragmented or unreliable data, which can produce technically sophisticated but operationally incorrect results.

The growth of digital twins further increases the importance of structured integration. A digital twin is not simply a three-dimensional visualization of an asset. In an enterprise environment, it can serve as a dynamic digital representation that combines asset identity, real-time telemetry, historical behavior, maintenance information, engineering parameters, and business context. When a digital-twin model is connected to AI services, organizations can compare actual behavior with expected performance, simulate operational scenarios, and identify deviations. This creates a bridge between engineering infrastructure and enterprise management, enabling decisions to be based on the current state of physical assets rather than only on static documentation.

Cybersecurity must be designed into this architecture from the beginning. The integration of IT, operational technology, cloud services, remote users, and third-party platforms expands the attack surface and makes traditional perimeter-based protection insufficient. NIST Zero Trust Architecture recommends that trust should not be granted automatically on the basis of network location and that access decisions should focus on users, devices, assets, and resources [4]. For integrated infrastructure, this principle means authenticating devices and users, segmenting networks, applying least-privilege access, protecting API connections, monitoring privileged activity, and continuously validating communication between systems.

The broader NIST Cybersecurity Framework 2.0 also emphasizes cybersecurity risk governance as an enterprise responsibility rather than only a technical function [5]. This is particularly relevant to system integration because an integrated platform can connect systems managed by different departments: IT, engineering, security, facilities, finance, operations, and external service providers. A weakness in one component may create a path to other parts of the infrastructure. Consequently, cybersecurity architecture should be aligned with integration architecture. Network segmentation, identity management, logging, backup, incident response, patch management, and vendor access should be considered during design, not added after commissioning.

Automation and AI can also improve energy efficiency. Intelligent infrastructure can combine information from building management systems, power meters, occupancy systems, environmental sensors, production schedules, and IT workloads to optimize energy consumption dynamically. The International Energy Agency notes

that AI has a dual relationship with energy: AI increases electricity demand through data-center growth, but it can also improve the operation and optimization of energy systems [6]. At the enterprise level, integrated analytics can identify inefficient operating modes, detect simultaneous heating and cooling, optimize equipment schedules, forecast peak demand, and coordinate local generation or energy-storage systems.

This creates a new role for BMS, DCIM, energy management, and enterprise analytics platforms. Traditionally, these systems were implemented as separate management environments. In an intelligent infrastructure model, they become specialized components of a common data ecosystem. A BMS may provide information about temperature, airflow, HVAC operation, and building occupancy. DCIM may provide power, rack, cooling, and capacity data for data-center infrastructure. IT monitoring platforms provide information about servers, storage, applications, and networks. When these data sources are connected through standardized interfaces, management can evaluate the relationship between digital workload and physical resource consumption in a way that isolated systems cannot provide.

For system integrators, interoperability is therefore one of the most important design principles. Open protocols and documented APIs reduce dependence on individual vendors and make it possible to expand infrastructure over time. In engineering systems, protocols such as BACnet, Modbus, OPC UA, and MQTT can provide standardized or widely adopted mechanisms for data exchange, while enterprise systems commonly rely on REST APIs, event streaming, and message queues. The purpose is not to use the maximum number of technologies, but to select a manageable integration model in which data can move securely between systems without unnecessary duplication or custom point-to-point connections.

The architecture should also support edge and cloud computing as complementary rather than competing models. Edge computing is useful when low latency, local autonomy, limited bandwidth, or operational resilience is required. Cloud platforms are useful for scalable analytics, centralized data storage, AI services, fleet management, and cross-site comparison. In many enterprises, the most effective solution is hybrid: critical control remains local, local edge systems preprocess or buffer data, and selected information is sent to cloud platforms for broader analytics and enterprise-level optimization. This model improves scalability while preserving operational continuity when external connectivity is unavailable.

The organizational impact of AI-driven integration is as important as the technical architecture. Successful projects require cooperation between IT specialists, automation engineers, facility teams, cybersecurity professionals, data engineers, software developers, and business managers. ISA-95 was created in part to establish common terminology between enterprise and control domains [1], and this objective remains highly relevant. Many integration failures are not caused by the absence of technology but by unclear ownership, incompatible priorities, and insufficient coordination between teams. A unified architecture should therefore be accompanied

by governance rules that define system ownership, data responsibilities, change management, support processes, and lifecycle management.

A practical implementation can be divided into several stages. The first stage is an inventory of existing systems, assets, interfaces, and data sources. The second stage is the definition of target architecture and integration priorities based on business and operational value. The third stage is normalization of data and implementation of secure interfaces. The fourth stage is centralized monitoring and analytics. Only after reliable data flows and governance are established should organizations expand the use of AI for prediction, optimization, and automated recommendations. This sequence reduces the risk of attempting to solve fundamental integration problems with AI algorithms.

The economic effect of intelligent system integration is created through several mechanisms. Centralized visibility reduces time required to detect failures. Predictive analytics can reduce unplanned downtime and improve maintenance planning. Energy optimization can lower operating costs. Standardized integration reduces the number of isolated tools and manual data transfers. Automated workflows improve response time and reduce the probability of human error. At the same time, the financial result depends on selecting use cases with measurable operational value. AI should not be introduced merely because it is technologically available; it should solve a defined problem and be evaluated using clear indicators such as downtime, energy consumption, maintenance cost, response time, service availability, or asset utilization.

Another important principle is scalability. Enterprise infrastructure changes continuously: new buildings, devices, applications, cloud environments, and business processes are added over time. An architecture based on reusable interfaces, modular services, standardized data models, and centralized identity management can expand without complete redesign. By contrast, an environment built from numerous custom point-to-point integrations becomes increasingly difficult to maintain. For this reason, modern system integration should be considered a long-term architecture discipline rather than a one-time installation project.

The rapid growth of AI also increases the importance of computing infrastructure itself. AI workloads require significant processing capacity and can create additional requirements for data centers, networks, storage, cooling, and power systems. The IEA's analysis of the energy-AI relationship demonstrates that AI growth is closely connected with electricity demand from data centers [6]. This means that enterprise digital transformation must consider not only software capabilities but also the engineering infrastructure supporting them. The author's earlier analysis of data-center engineering emphasized the same convergence of computing, power, cooling, automation, monitoring, and security as a foundation for reliable digital services [7]. AI-driven system integration extends this idea from the data center to the enterprise as a whole.

Thus, intelligent enterprise infrastructure should be understood as an integrated cyber-physical environment in which data can move securely from physical assets to operational platforms, enterprise systems, analytics services, and AI models, while management decisions can be returned to operational processes through controlled

automation. The main technological challenge is not the isolated deployment of artificial intelligence but the creation of an architecture that provides trustworthy data, interoperability, cybersecurity, operational resilience, and governance. Under these conditions, AI becomes a practical extension of system integration rather than a separate technology layer.

The future development of enterprise infrastructure will likely increase the degree of autonomy, but full autonomy should not be treated as the only objective. More realistic value can be achieved through progressive intelligence: better monitoring, contextual alarms, predictive maintenance, optimization recommendations, assisted decision-making, and selective automation of well-understood processes. This approach allows organizations to gain measurable benefits while maintaining control over critical operations. System integration remains the foundation of this transformation because it connects the physical, digital, analytical, and organizational components required for intelligent management.

In conclusion, AI-driven system integration represents a transition from fragmented automation toward coordinated intelligent infrastructure. Its implementation requires a layered architecture, standardized information exchange, high-quality data, hybrid edge-cloud processing, strong cybersecurity controls, and responsible AI governance. The combination of established integration principles such as ISA-95 with modern IoT, cloud, zero-trust, and AI-risk-management approaches provides a practical framework for enterprise digital transformation. Organizations that treat integration as a strategic architecture capability rather than a collection of isolated technical projects will be better positioned to improve reliability, efficiency, scalability, and resilience in an increasingly data-driven operating environment.

References

1. International Society of Automation. ISA-95 Series of Standards: Enterprise-Control System Integration. ISA. <https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/isa-95-standard>
2. Microsoft. Get Started with IoT Architecture Design. Azure Architecture Center, 2026. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/iot/iot-get-started>
3. Tabassi E. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST AI 100-1. National Institute of Standards and Technology, 2023. <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>
4. Rose S., Borchert O., Mitchell S., Connelly S. Zero Trust Architecture. NIST Special Publication 800-207. National Institute of Standards and Technology, 2020. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-207>
5. Pascoe C., Quinn S., Scarfone K. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. NIST CSWP 29. National Institute of Standards and Technology, 2024. <https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.29>
6. International Energy Agency. Energy and AI. IEA, Paris, 2025. <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

7. Sliusarchyk D. Transformation of Data Center Engineering Infrastructure in the Era of Artificial Intelligence and Cloud Computing. XXII International Scientific and Practical Conference “Modern technologies and people: new paradigms and problems”, Krakow, Poland, 2026.

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ДИСБАЛАНС ЗА УМОВ ДІЄТ-ІНДУКОВАНОГО ОЖИРІННЯ: ВІД ФЕРМЕНТАТИВНОГО ЗАХИСТУ ДО ЛІПОПЕРОКСИДАЦІЇ

Вікторія Василівна Конопельнюк

канд. біол. наук, асистент

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Людмила Іванівна Остапченко

Д-р біол. наук, професор

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ожиріння є системним метаболічним захворюванням, за якого надлишкове надходження енергії супроводжується інсулінорезистентністю, ектопічним накопиченням ліпідів, хронічним низькоінтенсивним запаленням та порушенням окисно-відновного гомеостазу. Особливо чутливими до метаболічного перевантаження є печінка та нирки, оскільки обидва органи характеризуються високою інтенсивністю окисного метаболізму та значною залежністю функціонального стану від ефективності антиоксидантного захисту. Надлишкове утворення активних форм кисню (АФК) за недостатньої активності SOD, CAT та глутатіонзалежної ланки сприяє пероксидному ушкодженню мембранних ліпідів, порушенню функції мітохондрій та прогресуванню органної дисфункції [1–3].

Метою роботи було оцінити інтенсивність ліпопероксидації та стан ферментативної і глутатіонзалежної ланок антиоксидантної системи в печінці та нирках щурів за умов висококалорійної дієти (ВКД). Експериментальне ожиріння моделювали у щурів протягом 14 тижнів застосуванням висококалорійного раціону. У гомогенатах печінки та нирок визначали вміст малонового діальдегіду (МДА), дієнових кон'югатів і Шифових основ, активність супероксиддисмутази (SOD), каталази (CAT), глутатіонпероксидази (GPx), глутатіонредуктази (GR) та вміст відновленого глутатіону (GSH). Результати представлено як $M \pm m$.

Формування аліментарного ожиріння підтверджувалося морфометричними та метаболічними змінами. Після 14 тижнів кінцева маса тіла щурів групи ВКД становила $416,3 \pm 9,511$ г проти $325,266 \pm 4,911$ г у контролі, тобто була вищою приблизно на 28,0 % ($p < 0,05$). Добове енергоспоживання зросло з $308,107 \pm 15,451$ до $384,107 \pm 16,324$ кДж/добу, або на 24,7 %, тоді як ефективність споживання корму підвищилася з $2,366 \pm 0,114$ до $2,764 \pm 0,201$ %, тобто на 16,8 % ($p < 0,05$). Відсутність істотних відмінностей у довжині тіла свідчила, що збільшення маси було пов'язане переважно з накопиченням енергетичних субстратів, а не з лінійним ростом тварин.

Таблиця 1.

Показники прооксидантно-антиоксидантного стану печінки та нирок щурів за умов ВКД

Орган / показник	Контроль	ВКД	Зміна відносно контролю
Печінка: МДА	8,004±0,998	21,386±2,473	↑ у 2,67 раза (+167,2 %)
Печінка: дієнові кон'югати	0,120±0,020	0,194±0,020	↑ у 1,62 раза (+61,7 %)
Печінка: Шифові основи	71,672±5,973	159,00±8,875	↑ у 2,22 раза (+121,8 %)
Печінка: SOD, U/мг білка	3,02±0,212	1,51±0,114*	↓ на 50,0 %
Печінка: CAT, мкмоль H ₂ O ₂ /(хв·мг білка)	0,055±0,005	0,021±0,004*	↓ на 61,8 %
Печінка: GSH, нмоль/мг білка	43,091±2,004	29,44±1,221*	↓ на 31,7 %
Печінка: GPx, нмоль/(хв·мг білка)	2,67±1,007	8,777±1,032*	↑ у 3,29 раза (+228,7 %)
Печінка: GR, нмоль/(хв·мг білка)	23,283±2,549	17,041±2,354*	↓ на 26,8 %
Нирки: МДА	13,580±1,007	31,223±2,991	↑ у 2,30 раза (+129,9 %)
Нирки: дієнові кон'югати	0,152±0,0213	0,266±0,0242	↑ у 1,75 раза (+75,0 %)
Нирки: Шифові основи	82,47±6,079	243,00±10,001	↑ у 2,95 раза (+194,7 %)
Нирки: SOD, U/мг білка	2,68±0,154	1,32±0,155	↓ на 50,7 %
Нирки: CAT, мкмоль H ₂ O ₂ /(хв·мг білка)	0,016±0,0025	0,009±0,0011	↓ на 43,8 %

* — $p < 0,05$ порівняно з контролем (для показників, для яких статистичну значущість наведено у вихідних експериментальних даних).

У печінці ВКД спричиняла виражену активацію ліпопероксидації. Вміст МДА зростав з 8,004±0,998 до 21,386±2,473, тобто у 2,67 раза; рівень дієнових кон'югатів — у 1,62 раза, а Шифових основ — у 2,22 раза. Така послідовність змін охоплює різні стадії пероксидного ушкодження ліпідів: від первинної перебудови ненасичених жирних кислот до накопичення вторинних карбонільних продуктів та їх взаємодії з аміногрупами білків і фосфоліпідів. Отже, за ВКД відбувалося не локальне підвищення одного маркера, а системне посилення ліпопероксидаційного каскаду.

Одночасно спостерігали виснаження первинної ферментативної антиоксидантної лінії. Активність SOD у печінці знижувалася удвічі — з 3,02±0,212 до 1,51±0,114 U/мг білка, а CAT — на 61,8 %, з 0,055±0,005 до 0,021±0,004 мкмоль H₂O₂/(хв·мг білка). Це створює умови для накопичення як супероксид-аніона, так і H₂O₂. Особливо показовими були зміни глутатіонової системи: вміст GSH зменшувався на 31,7 %, а активність GR — на 26,8 %, тоді як GPx зростала у 3,29 раза. Таке різноспрямоване співвідношення показників може відображати компенсаторну гіперактивацію GPx у відповідь на надлишок H₂O₂ та ліпідних гідропероксидів, але за одночасного дефіциту GSH і зниження його регенерації через GR ця компенсація є метаболічно обмеженою. У підсумку

антиоксидантна відповідь не запобігає накопиченню продуктів ліпопероксидації.

У нирках зміни мали аналогічний, але за окремими показниками ще більш виражений характер. МДА зростав з $13,580 \pm 1,007$ до $31,223 \pm 2,991$, тобто у 2,30 раза, дієнові кон'югати — у 1,75 раза, а Шифові основи — з $82,47 \pm 6,079$ до $243,00 \pm 10,001$, або майже у 2,95 раза. На цьому тлі активність SOD знижувалася на 50,7 %, а САТ — на 43,8 %. Таким чином, у нирковій тканині накопичення кінцевих продуктів пероксидного ушкодження поєднувалося зі зниженням здатності елімінувати супероксид та H_2O_2 , що є ознакою вираженої редокс-декомпенсації.

Виявлена односпрямованість змін у печінці та нирках дозволяє розглядати оксидативний стрес за дієт-індукованого ожиріння як поліорганний процес. У печінці ліпідне перевантаження збільшує потік жирних кислот через мітохондріальне та мікросомальне окиснення, активує NADPH-оксидази та сприяє утворенню АФК. Продукти ліпопероксидації, зокрема МДА, можуть модифікувати білки дихального ланцюга й мембранні фосфоліпіди, поглиблюючи мітохондріальну дисфункцію [2,3]. У нирках метаболічне навантаження додатково поєднується з високою потребою нефронів в АТФ та чутливістю тубулярного епітелію до мітохондріального ушкодження. Тому одночасне зростання МДА і Шифових основ при падінні SOD та САТ свідчить не лише про надлишок АФК, а про неспроможність антиоксидантної системи утримувати редокс-гомеостаз.

Отже, за умов 14-тижневої ВКД формується виражений прооксидантно-антиоксидантний дисбаланс у печінці та нирках. Для печінки він характеризується 2,67-кратним підвищенням МДА, 2,22-кратним підвищенням Шифових основ, 50,0 % зниженням SOD, 61,8 % зниженням САТ, виснаженням GSH на 31,7 % та GR на 26,8 % на тлі 3,29-кратного компенсаторного підвищення GPx. У нирках МДА зростає у 2,30 раза, Шифові основи — у 2,95 раза, тоді як активність SOD та САТ знижується відповідно на 50,7 та 43,8 %. Сукупність цих змін свідчить про перехід від адаптивної антиоксидантної відповіді до редокс-декомпенсації з інтенсивним пероксидним ушкодженням мембранних структур. Отримані результати підтверджують доцільність одночасної оцінки прооксидантних маркерів та ферментативної/глутатіонзалежної ланок як інтегрованого підходу до характеристики органоспецифічного ушкодження за ожиріння.

Список літератури

1. Jomova K., Alomar S.Y., Alwasel S.H., Nepovimova E., Kuca K., Valko M. Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. *Archives of Toxicology*. 2024. Vol. 98. P. 1323–1367. doi: 10.1007/s00204-024-03696-4.
2. Bosch-Sierra N., Grau-Del Valle C., Hermenejildo J., et al. The Impact of Weight Loss on Inflammation, Oxidative Stress, and Mitochondrial Function in

Subjects with Obesity. Antioxidants. 2024. Vol. 13. Article 870. doi: 10.3390/antiox13070870.

3. Jang G., Park Y.R., Han Y.K., et al. Cystathionine γ -lyase deficiency exacerbates high-fat diet-induced kidney and liver injury associated with disrupted glutathione homeostasis. *Free Radical Biology and Medicine*. 2026. Vol. 253. P. 803–816. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2026.06.017.

4. Braga P.C., Vitorino R., Ferreira R., et al. Mitochondrial dysfunction and defective quality control mechanisms in the kidney are not reversed by high-fat diet withdrawal in early obese mice. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 2025. Vol. 608. Article 112635. doi: 10.1016/j.mce.2025.112635.

5. Kazura W., Michalczyk K., Skrzep-Poloczek B., et al. Liver Oxidative Status, Serum Lipids Levels after Bariatric Surgery and High-Fat, High-Sugar Diet in Animal Model of Induced Obesity. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. Article 16535. doi: 10.3390/ijms242216535.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW AZOMETHINES BASED ON 4-HYDROXY- AND 4- (DIMETHYLAMINO)BENZALDEHYDE

Guliyev Ruslan,

PhD student at the Faculty of Chemistry,
Researcher at the Laboratory of Pharmaceutical Microbiology
Baku State University

Yasin Jafarov

Professor, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry
Baku State University

Ulviyya Hassanova

Professor, Head of the ISESCO Department of Biomedical Materials
State University

Aygun Israyilova

PhD in Biology
Head of the Pharmaceutical Microbiology Laboratory
Baku State University

Schiff bases, named after the scientist Hugo Schiff, are currently among the most sought-after compounds in organic synthesis, catalysis, and coordination chemistry. Also known as azomethines, Schiff bases are synthesized by the simple condensation reaction of primary amines with carbonyl compounds, which occur at elevated temperatures with or without a catalyst. Schiff bases owe most of their properties to the double bond formed between carbon and nitrogen (the imine bond) during the condensation [1-2]. Due to the relative ease of synthesis and the availability of a wide range of aromatic and aliphatic aldehydes and ketones, as well as primary amines, synthesized Schiff bases exhibit enormous structural diversity. Aromatic derivatives of Schiff bases are of particular interest due to their potential to create conjugated π -electron systems with tunable optical and electronic properties, making these compounds attractive for applications in optoelectronics, sensors, and related functional materials [3-5].

Schiff bases are of particular interest in coordination chemistry. From this perspective, Schiff bases with additional functional groups are particularly important for the formation of stable complexes. Hydroxyl, amine, and sulfide groups often serve as such groups. The presence of such functional groups facilitates the coordination of the ligand to the metal ion and increases the stability of the resulting complexes [6-7]. In nature, Schiff bases occur as intermediates in biological systems, for example, during enzymatic transamination [8-9].

Along with their potential applications in electronics, catalysis, and energy, thanks to their structural features, Schiff bases also possess pronounced biological properties. As is known from the literature, Schiff bases exhibit antibacterial, antiviral, antitumor, anticancer, antioxidant, and anti-inflammatory activity [10-11]. In turn, Schiff base complexes with transition metals often exhibit more pronounced anticancer, antifungal, antiviral, and antibacterial properties compared to the ligand [12-13].

Considering all the above, new Schiff bases were synthesized using 4-hydroxybenzaldehyde/4-(dimethylamino)benzaldehyde and 4,9-dioxo-1,12-dodecanediamine under heating without a catalyst. The resulting Schiff bases were characterized using H^1 and C^{13} NMR spectroscopy and FTIR analysis. The biological activity of the resulting Schiff base was studied against a range of bacteria, and the results were compared with those of a known antibiotic ampiciline.

References

1. Boulechfar, C., Ferkous, H., Delimi, A., Djedouani, A., Kahlouche, A., Boubli, A., ... & Benguerba, Y. (2023). Schiff bases and their metal Complexes: A review on the history, synthesis, and applications. *Inorganic Chemistry Communications*, 150, 110451.
2. Da Silva, C. M., da Silva, D. L., Modolo, L. V., Alves, R. B., de Resende, M. A., Martins, C. V., & de Fátima, Â. (2011). Schiff bases: A short review of their antimicrobial activities. *Journal of Advanced research*, 2(1), 1-8.
3. Sivrikaya, Y., Sakarya, H. C., Kılıç, G., Ekti, S. F., & Yandımoğlu, M. (2024). New pyrene and fluorene-based π -conjugated Schiff bases: Theoretical and experimental investigation of optical properties. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 89(7-8), 1025-1038.
4. Ekti, S. F., Sakarya, H. C., & Sivrikaya, Y. (2025). AN EXPERIMENTAL–THEORETICAL INSIGHT INTO SYNTHESIS AND OPTICAL PROPERTIES OF STRUCTURALLY TUNED Π -CONJUGATED SCHIFF BASES. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, 26(3), 188-202.
5. Tanimura, K., Tanaka, K., Gon, M., & Tanaka, K. (2024). Quadrupolar dinuclear hypervalent tin (iv) compounds with near-infrared emission consisting of Schiff bases based on π -conjugated scaffolds. *Chemical Science*, 15(43), 17950-17961.
6. Kanwal, A., Parveen, B., Ashraf, R., Haider, N., & Ali, K. G. (2022). A review on synthesis and applications of some selected Schiff bases with their transition metal complexes. *Journal of coordination chemistry*, 75(19-24), 2533-2556.
7. Abd-El-Aziz, A., Li, Z., Zhang, X., Elnagdy, S., Mansour, M. S., ElSherif, A., ... & Abd-El-Aziz, A. S. (2025). Advances in coordination chemistry of Schiff base complexes: A journey from nanoarchitectonic design to biomedical applications. *Topics in Current Chemistry*, 383(1), 8.
8. Baddiley, J. (1952). Pyridoxal derivatives in transamination. *Nature*, 170(4330), 711-712.

9. Fuchs, M., Farnberger, J. E., & Kroutil, W. (2015). The industrial age of biocatalytic transamination. *European Journal of Organic Chemistry*, 2015(32), 6965-6982.
10. Jorge, J., Del Pino Santos, K. F., Timóteo, F., Piva Vasconcelos, R. R., Ignacio Ayala Cáceres, O., Juliane Arantes Granja, I., ... & Rafique, J. (2024). Recent advances on the antimicrobial activities of Schiff bases and their metal complexes: An updated overview. *Current Medicinal Chemistry*, 31(17), 2330-2344.
11. Thakur, S., Jaryal, A., & Bhalla, A. (2024). Recent advances in biological and medicinal profile of Schiff bases and their metal complexes: An updated version (2018–2023). *Results in Chemistry*, 7, 101350.
12. Uddin, M. N., Ahmed, S. S., & Alam, S. R. (2020). Biomedical applications of Schiff base metal complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 73(23), 3109-3149.
13. Sinicropi, M. S., Ceramella, J., Iacopetta, D., Catalano, A., Mariconda, A., Rosano, C., ... & Longo, P. (2022). Metal complexes with Schiff bases: Data collection and recent studies on biological activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 14840.

ADAMANTYLGLYCINE AS A SYNTHON FOR NITROGENOUS HETEROCYCLES. SYNTHESIS OF 3- (ADAMANTAN-1-YL)-6,10B-DIHYDRO-2H- OXAZOLO[2,3-A]ISOQUINOLINE-2,5(3H)-DIONE

Koshchii Iryna

PhD in Chemistry, Associate Professor

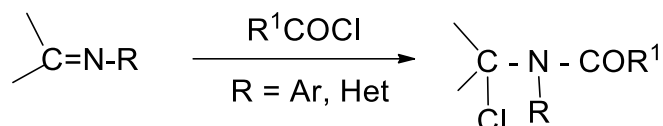
Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Klimko Yurii

PhD in Chemistry, Senior Lecturer

Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

It is known that many heterocyclic compounds, even relatively simple ones, are difficult to obtain, significantly limiting their scope of application. Therefore, the search for new regioselective heterocyclizations based on readily available reagents is highly relevant. Various amidoalkylating agents, in particular those obtained from Schiff bases according to the general scheme, are among such promising reagents:



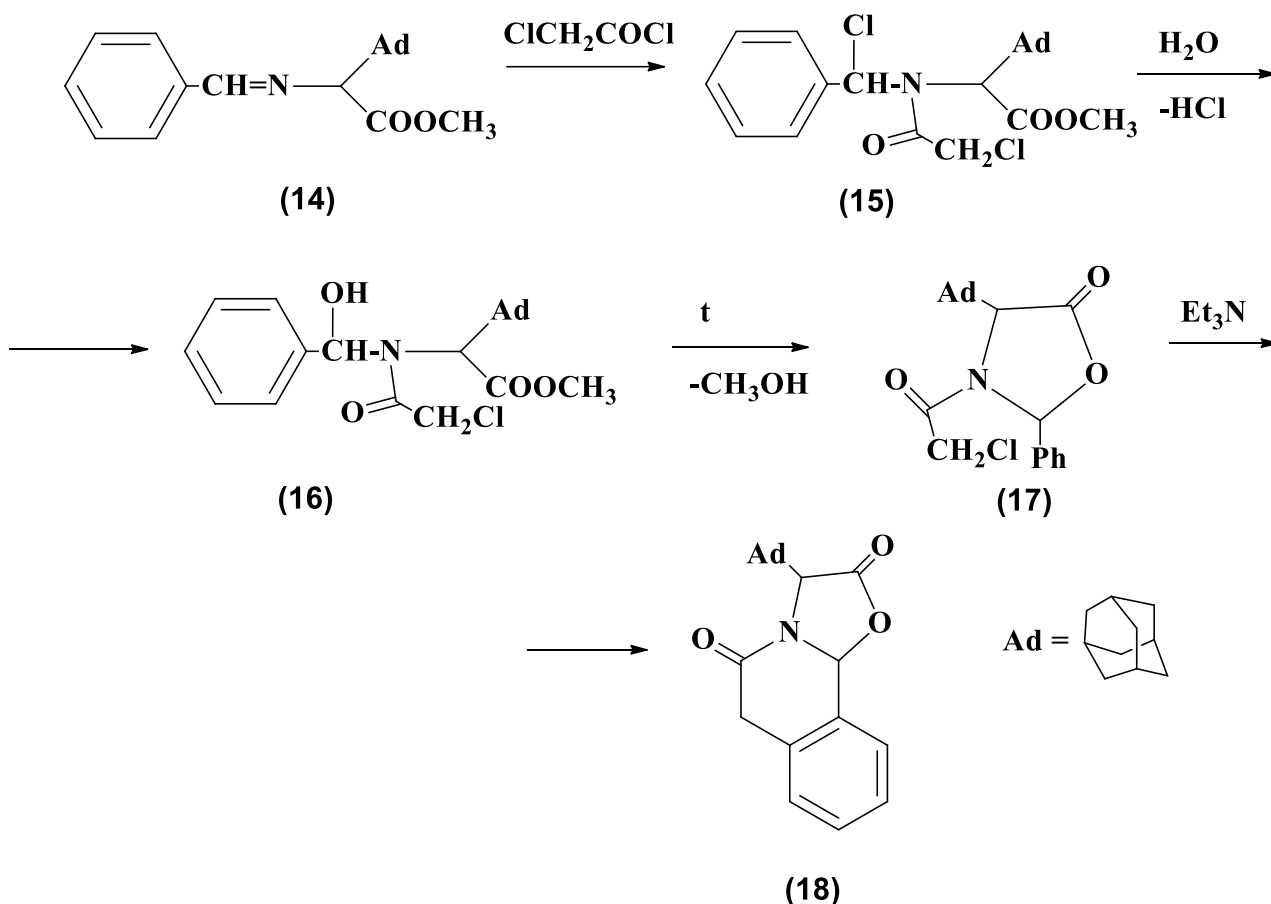
The preparation of reagents according to this scheme is only briefly mentioned in the literature [1-3].

The use of such amidoalkylating reagents obtained from cage ketones would allow the preparation of nitrogen heterocycles by a new method, often yielding uniquely high yields [4].

The aim of this study is to attempt the synthesis of N-(3-(adamantan-1-yl)-4-oxo-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolin-1-yl)-N-cyclohexylacetamide using 1-adamantylglycine as a synthon to prepare the amidoalkylating reagent.

The physiological activity of cage hydrocarbon derivatives, primarily adamantane derivatives, has been extensively studied. Some of them are already used as pharmaceuticals. The activity of these compounds is due to the pronounced lipophilic nature of the compact hydrocarbon fragment, as well as, probably, the abiogenic origin of most of these compounds [5, 6].

Below is the diagram according to which the synthesis was carried out:



General synthesis procedure.

1) 2-(Adamantan-1-yl)-2-(benzylideneamino)methyl acetate (14). Mix equimolar amounts of methyl 1-adamantylglycine ether and benzaldehyde in dry toluene. Remove water using a Dean-Stark trap.

2) 2-(Adamantan-1-yl)-2-(2-chloro-N-(chloro(phenyl)methyl)acetamido)methyl acetate (15). Add an equimolar amount of chloroacetic acid chloride to the residue in the toluene solution. Leave at room temperature for 24 hours. Remove the solvent in vacuo. Add an aqueous alcoholic solution of KOH to the residue and stir at room temperature for 15 hours. 3) 2-(Adamantan-1-yl)-2-(2-chloro-N-(hydroxy(phenyl)methyl)acetamido)methyl acetate (16). The reaction mixture is refluxed under a condenser for 4 hours.

4) 4-(Adamantan-1-yl)-3-(2-chloroacetyl)-2-phenyloxazolidin-5-one (17). The solvents are removed under vacuum. The residue is crystallized from ethanol-hexane. Yield 83%. 5) 3-(Adamantan-1-yl)-6,10b-dihydro-2H-oxazolo[2,3-a]isoquinoline-2,5(3H)-dione (18). Oxazolidine (17) is dissolved in dry benzene and an equimolar amount of Et_3N is added. The mixture is refluxed for 2 hours. After cooling, triethylamine hydrochloride is filtered off. The solvent is removed under vacuum. The residue is crystallized from ethanol. Yield 78%.

References

1. Hellmann H. //Angew. Chem., - 1957. – 69, #13/14. – S. 463 – 471.

2. Adams P., Baron F. A. // Chem. Revs. – 1965. – 65, #5. – P. 567-602.
3. Zaugg H. E. // Synthesis. – 1970. – 1 - #2. – P. 49 – 73.
4. Petersen H. // Synthesis. – 19973. - #5. – P.243-292.
5. Skoldinov A.P. // Scientific Conf. on Organopolyhedra Chemistry: Abstracts of Reports. 1981. P. 133.
6. Kovtun I.Yu., Plakhotnik V.M. // Chemical-pharmaceutical journal. 1987. Vol. 28, No. 8. P. 931-940.

AUTONOMOUS NAVIGATION FOR FPV DRONES

Havryliuk Yaroslav

Master of Software Engineering, Junior Researcher
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Reliable autonomous navigation is one of the defining challenges in modern unmanned-aviation engineering, and high-speed FPV (First-Person View) platforms are no exception. Conventional navigation relies on global navigation satellite systems — GPS, GLONASS, Galileo — yet active electronic-warfare countermeasures can degrade or entirely deny the satellite signal, leaving a drone unable to hold its flight plan unless a backup positioning method is available. Algorithms capable of keeping a drone oriented once GPS is denied therefore matter for both civilian applications, such as infrastructure inspection, search and rescue, and delivery to hard-to-reach areas, and for reconnaissance missions. This paper reviews and organizes the principal approaches to autonomous FPV-drone navigation: absolute positioning derived from satellite imagery, relative positioning derived from inertial data, and their integration into a single multi-sensor pipeline.

Global Navigation via Satellite Imagery

A promising route to absolute, GPS-free positioning is cross-view geo-localization: matching the current onboard-camera frame against a pre-loaded satellite image of the operating area. The task reduces to locating the region of the reference image that best corresponds to the live camera frame, after which the pixel coordinates of that match are converted to geographic coordinates using the known georeferencing of the image's corners [1]. The central difficulty is the sharp difference in viewing geometry: the drone's camera captures the scene from an oblique angle, whereas satellite imagery is a near-nadir, vertical projection, which complicates any direct correspondence between salient image features. This gap is bridged either with classical keypoint-detection and matching pipelines, commonly paired with RANSAC to discard spurious correspondences [2], or with deep-learning models trained to embed both viewpoints into a shared feature space. Because every successful match yields an absolute position fix, this approach does not accumulate error over time, unlike inertial navigation; its main drawbacks are dependence on up-to-date map coverage and sensitivity to seasonal and lighting changes in the terrain.

Local Navigation from IMU Data

An inertial measurement unit (IMU) — an accelerometer paired with a gyroscope — reports linear acceleration and angular rate at update frequencies of several hundred hertz. Integrating these measurements over time yields dead reckoning: a running estimate of the drone's velocity, orientation, and position relative to its last known state. IMU-based navigation needs no external reference, neither satellite nor visual landmarks, and its high update rate makes it well suited to stabilizing a fast-moving FPV platform. The trade-off is that double integration accumulates error: drift grows

non-linearly with flight time and, left uncorrected, eventually renders the position estimate useless for sustained navigation. Optical flow, tracking the pixel-level displacement of image features between consecutive video frames, is commonly fused with the IMU to partially offset this drift by refining the estimate of ground-relative velocity.

Multi-Sensor Navigation Under GPS Denial

Neither method alone is sufficient for reliable positioning across the full range of flight conditions: satellite-image matching is comparatively slow and depends on map quality, while IMU-only navigation degrades quickly as error accumulates [3]. Practical GPS-denied navigation systems for FPV drones therefore fuse several information sources. A typical architecture is built around an extended Kalman filter (EKF): IMU readings drive the state-prediction step, since angular rate and acceleration project the expected change in position and orientation; the displacement estimated from optical flow serves as the per-frame observation used to correct that prediction; and periodic matching of the current frame against an offline map corrects accumulated drift whenever optical-flow tracking confidence falls below a set threshold [2]. The relative trust assigned to each source, encoded in the process- and measurement-noise covariance matrices, can be adjusted dynamically based on the drone's turn rate and the number of reliable feature correspondences, which improves robustness during the sharp maneuvers typical of FPV flying [2].

Hardware and Software Implementation

Running these algorithms onboard an FPV drone is constrained by limited compute, payload mass, and power budget. A common choice for real-time onboard computer vision and neural-network inference is the NVIDIA Jetson family of compact, GPU-accelerated compute modules (Nano, Orin Nano, Orin NX), which allow video to be processed directly on the aircraft without streaming it to a ground station. Imagery is typically supplied by onboard cameras such as the ArduCam line, connected to the compute module over a CSI or USB interface. The compute module, or "companion computer," communicates with the flight controller, most often running PX4 or ArduPilot firmware, over MAVLink, a lightweight binary protocol for exchanging telemetry and control commands between components of an unmanned system. Algorithm development and initial debugging are best carried out in the Gazebo simulator paired with the PX4 SITL (Software-In-The-Loop) test bench, which reproduces flight dynamics, virtual sensors, and the camera feed, allowing algorithms to be validated without risking a physical airframe [4]. This "simulate first, fly later" workflow substantially shortens development time and lowers the cost of iterative testing.

Table 1. Comparison of Approaches to FPV-Drone Navigation

Characteristic	Global Navigation (Satellite Imagery)	Local Navigation (IMU)	Multi-Sensor Fusion
Accuracy over time	Stable (no error accumulation)	Degrades (drift)	Stable (periodic correction)
Update rate	Low (seconds)	High (hundreds of Hz)	High (via IMU between corrections)
Dependence on external data	Requires map coverage	None required	Requires coverage for correction
Computational cost	High (image matching)	Low	Medium–high
Robustness to maneuvers	Moderate (needs a clear frame)	High	High (adaptive weighting)

Conclusions

No single technique offers a complete answer to GPS-denied navigation for FPV drones. Satellite-image matching anchors the drone to an absolute geographic position but updates slowly and depends on how current the map data are; IMU-based dead reckoning updates quickly but loses accuracy as error accumulates. The most promising direction is a combined multi-sensor system built on an extended Kalman filter, pairing fast local position estimates from IMU and optical flow with periodic global corrections from satellite imagery. Future work should focus on making image-matching algorithms more robust to seasonal and lighting changes in the terrain, and on optimizing onboard computer-vision models for the limited power and compute budgets of airborne compute modules.

References

1. Ding, L., Zhou, J., Meng, L., & Long, Z. (2021). A Practical Cross-View Image Matching Method between UAV and Satellite for UAV-Based Geo-Localization. *Remote Sensing*, 13(1), 47. <https://doi.org/10.3390/rs13010047>
2. Wang, Y.-S., & Chang, C.-H. (2025). UAV Sensor Data Fusion for Localization Using Adaptive Multiscale Feature Matching Mechanisms Under GPS-Deprived Environment. *Aerospace*, 12(12), 1048. <https://doi.org/10.3390/aerospace12121048>
3. Jarraya, I., Al-Batati, A., Kadri, M. B., Abdelkader, M., Ammar, A., Boulila, W., & Koubaa, A. (2025). GNSS-Denied Unmanned Aerial Vehicle Navigation: Analyzing Computational Complexity, Sensor Fusion, and Localization Methodologies. *Satellite Navigation*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s43020-025-00162-z>
4. Nguyen, K. D., & Nguyen, T.-T. (2019). Vision-Based Software-in-the-Loop-Simulation for Unmanned Aerial Vehicles Using Gazebo and PX4 Open Source. In *2019 International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)* (pp. 429–432). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSSE.2019.8823322>

ІННОВАЦІЙНИЙ ВЕКТОР РОЗВИТКУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ SMART HOME: ГІБРИДНИЙ ПІДХІД PARETO-NASH-MPC ВІД ІДЕЇ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ

Крест'янінов І. О.,

аспірант кафедри комп'ютерних наук
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
03110 Київ, Україна

Катков Ю. І.,

д.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютерних наук
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
03110 Київ, Україна

Актуальність проблеми визначення проблеми та науковий підхід щодо її вирішення. В статті розглядається інноваційний підхід створення адаптивної мультиагентної системи управління Smart Home на основі гібридного підходу Pareto-Nash-MPC: від ідеї до впровадження.

Традиційні системи автоматизації «розумного будинку» (Smart Home), засновані на статичних правилах керування (Rule-Based Control, RBC), на детермінованих PID-регуляторах або на сценаріях типу IF-THEN. Такі підходи не здатні ефективно адаптуватися до стохастичної природи генерації відновлюваних джерел енергії (сонячних електростанцій, СЕС), динамічних тарифів на електроенергію (Time-of-Use, Real-Time Pricing), змінних кліматичних умов та поведінкової варіативності мешканців. Наслідком є виникнення мультиагентної системи «розумного будинку», в якій є конфлікт цілей: мінімізація фінансових витрат на електроенергію суперечить забезпеченню теплового комфорту та зниження задоволеності користувачів. Розв'язання цієї проблеми потребує переходу до адаптивної гібридної архітектури керування, що інтегрує прогнозне керування, децентралізоване узгодження інтересів автономних підсистем та багатокритеріальну оптимізацію. Звідси виникає проблема: забезпечити узгоджене та адаптивне керування мультиагентною системою «розумного будинку» в умовах невизначеності.

Для її вирішення залучається ідея, яка полягає у поєднанні в одному контурі детектора конфліктів, рівноваги Неша, Парето-оптимізації та прогнозного управління Model Predictive Control (MPC), що має назву гібридний підхід Pareto-Nash-MPC. Гібридний підхід Pareto-Nash-MPC - це "мозок" системи, він синергетично поєднує три методологічні компоненти для вирішення складних оптимізаційних задач:

□ модельний прогностичний контроль (MPC) - це прогнозоване управління (на основі моделей-прогнозів) з рухомим (ковзним) горизонтом, що враховує динаміку об'єктів і фізичні обмеження, реалізуючи на кожному кроці лише

перший керуючий вплив із подальшим зсувом горизонту (receding horizon principle);

- рівновагу Неша (Nash Equilibrium) - це механізм децентралізованого узгодження інтересів (вирішення конфліктів) автономних агентів, що конкурують за спільні ресурсні обмеження (пікова потужність мережі, ємність АКБ), без центрального координатора. Шукає стан, у якому жодному агенту не вигідно одноосібно змінювати свою стратегію;

- парето-оптимізацію (Pareto Optimality) – це пошук компромісів. Шукає множину рішень, де неможливо покращити один критерій. Практично в усіх варіантах реалізується алгоритмом NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II), для формування множини недомінованих компромісних рішень між конфліктними критеріями (передусім вартістю електроенергії та тепловим комфортом).

Звідси виникає завдання розробки адаптивної мультиагентної системи (Multi-Agent System, MAS) управління Smart Home на основі гібридного підходу Pareto-Nash-MPC. Така розробка передбачає впровадження розумної системи керування будинком, де безліч автономних програмних модулів (агентів) узгоджено й динамічне приймають рішення для досягнення балансу між комфортом мешканців, економією коштів та ефективним використанням енергії.

Аналіз останніх досліджень і наукова прогалина. Сучасні дослідження в галузі інтелектуального управління енергоспоживанням будинків (Smart Home / Smart Buildings) зосереджені на трьох основних напрямках: Ігрові підходи та децентралізоване узгодження розглянуто у працях [1, 2] продемонстровано ефективність розподіленого пошуку рівноваги Неша для резиденціальних мереж та управління тепловим навантаженням. Проте зазначені системи моделюють агентів у спрощених умовах і мають обмеження при жорстких фізичних обмеженнях динаміки. Прогнозне управління (MPC) та нейромережі в [3, 4] доводять перевагу MPC та Neural-MPC для енергооптимізації. Одночасно [5] показують потенціал поєднання Q-learning та MPC, однак централізована структура цих рішень створює обчислювальні «вузькі місця» при масштабуванні. Мультиагентні агентні фреймворки та стохастичне навчання в [6, 7] висвітлюють адаптивне навчання агентів у динамічних середовищах, але не забезпечують прозорого математичного розв'язання прямого конфлікту між комфортом користувача та економією ресурсів.

Наукова прогалина (Research Gap). Незважаючи на значну кількість праць, у науковій літературі відсутній єдиний цілісний підхід, який би одночасно розв'язував три суперечливі задачі:

- децентралізоване узгодження конфліктних інтересів агентів (без центрального координатора);

- знаходження гарантованого Парето-компромісу між фінансовими витратами та рівнем дискомфорту;

- урахування стохастичних збурень (генерація СЕС, зміна тарифів, поведінка мешканців) на рухомому горизонті з можливістю адаптивного навчання політики.

Існуючі моделі або ігнорують динаміку об'єктів (pure game theory), або потерпають від обчислювальної складності при багатокритеріальній децентралізованій оптимізації у реальному часі.

Виклад основного матеріалу

1 крок. Формалізації окремих складових. Розробки адаптивної MAS управління Smart Home на основі гібридного підходу Pareto-Nash-MPC передбачає наступні формалізації окремих складових:

1.1 Формалізація динаміки та мультиагентна архітектура. Еволюція стану системи $X(t) \in \mathbb{R}_n$ (температура, освітленість та інші показники комфорту) описується стохастичним рівнянням динаміки:

$$X(t+1) = f(X(t), U(t), \xi(t)), \quad (1)$$

де $f(\cdot)$ - функція динаміки системи; $U(t) = (u_1(t), \dots, u_N(t))$ - вектор керуючих дій агентів; $u_i(t) \in W_i$ - керування i -го агента; $W = W_1 \times \dots \times W_N$ — множина допустимих керувань; $\xi(t) \sim P(\cdot)$ — випадкові збурення (погода, поведінка користувача та інші фактори дискомфорту).

Smart Home формалізується як MAS, яка декомпонує складну енергетичну систему будинку на автономні агенти, кожен з яких керує власним вектором дій $u_i(t) \in W_i$. Базовий, узгоджений між усіма проаналізованими джерелами набір класів агентів: агент генерації/накопичення (СЕС/АКБ); агент кліматичного контролю (HVAC); агент(и) гнучких/побутових навантажень.

1.2 Формалізація індивідуальних цілей агентів. Кожен i -ий агент прагне мінімізувати власну функцію вартості (виграшу), що відображає його індивідуальну мету в часі:

$$J_i = \mathbb{E} \sum_{t=0}^T \gamma^t L_i(X(t), U(t)) \quad (2)$$

де: J_i - функція вартості i -го агента; $\mathbb{E} [\cdot]$ - математичне сподівання (врахування невизначеності); T — горизонт планування; $\gamma \in [0, 1]$ - коефіцієнт дисконтування; $L_i(X(t), U(t))$ - миттєва вартість (енергія, комфорт, знос обладнання та інші ресурси).

1.3 Формалізація ігрової рівноваги Неша (Nash equilibrium). Взаємодія агентів за спільний обмежений ресурс формалізується як некооперативна гра. Стан, у якому жоден агент не може покращити свій результат, змінюючи лише власну стратегію, описується як:

$$u_i^*(t) = \arg \min_{u_i \in W_i} J_i(u_i, u_{-i}^*), \quad (3)$$

де: $\arg \min_{u_i \in W_i} J_i$ – оператор знаходження мінімуму; $u_i^*(t)$ – оптимальна стратегія агента; u_{-i}^* – стратегії всіх інших агентів.

Пошук рівноваги здійснюється ітеративним методом найкращого відгуку (Best-Response Dynamics).

1.4 Формалізація багатокритеріальної глобальної цілі (Pareto-шап). Глобальна узгоджена мета системи з урахуванням декількох критеріїв (енергія, комфорт, безпека) формується як агрегована функція якості:

$$J_{global}(U) = \sum_{k=1}^m w_k(t) f_k(X, U), \quad (4)$$

або у векторній постановці::

$$\min_U J_i(X, U), J = (f_1, \dots, f_m) \in \mathbb{R}^m \quad (5)$$

де: $J_{global}(U)$ – агрегована функція якості; $f_k(X, U)$ – k -й критерій (енергія, комфорт, безпека); $w_k(t)$ – ваги критеріїв; m – кількість критеріїв; $J < J^*$ – відношення Парето-домінування

1.5 Формалізація конфлікту цілей (детектор конфліктів). Це відображає конфлікт між цілями агентів або критеріями. Це відображається $J_i \uparrow \Rightarrow J_j \downarrow$, коли функція вартості i -го агента треба збільшувати, а j -го агента зменшувати. Математичний вигляд детектування визначається через протилежні знаки похідних:

$$\exists i \neq j: \frac{df_i}{du_k} \frac{df_j}{du_k} < 0 \quad (6)$$

де: $\exists i \neq j$ – існують два різні критерії (або агенти), для яких вплив однієї і тієї ж керуючої змінної є протилежним. протилежні знаки похідних означають суперечливий вплив; $\exists$ — квантор існування (“існує”), i, j — індекси (наприклад, агентів або критеріїв), $\neq$ – “не дорівнює”; f_i, f_j – функції цілей; u_k – керуюча змінна;

1.6 Формалізація узгодження Nash і Pareto через потенціальну функцію. Координація агентів здійснюється через потенціальну функцію системи Ψ , з якою узгоджені індивідуальні градієнти функцій виграшу – це означає, що існує така скалярна функція $\Psi(U)$, для якої виконується умова:

$$\frac{dJ_i}{du_i} = \frac{d\Psi}{du_i} \text{ або } \nabla_{u_i} J_i = \nabla_{u_i} \Psi \quad (7)$$

де: Ψ – потенціальна функція системи; J_i – це скалярна величина (загальна вартість), існує така скалярна функція $\Psi(U)$, що $\forall i: J_i(u_i, u_{-i}) - J_i(u'_i, u_{-i}) = \Psi(u_i, u_{-i}) - \Psi(u'_i, u_{-i})$

Треба відмітити, що формалізація узгодження Nash і Pareto можлива також через також лінійну агрегацію:

$$J_i^{lin}(t) = \sum_k w_{ik}(t) f_k, \quad (8)$$

де $J_i^{lin}(t)$ – це одна з можливих реалізацій миттєвої вартості $L(X(t), U(t))$ з формули (2); $w_{ik}(t)$ - ваги впливу критеріїв на агента.

1.7 Формалізація обмеження. Допустимі області станів і керувань описують:

$$X(t) \in X(t)_{don}, U(t) \in U(t)_{don} \quad (9)$$

де: X_{don} - допустимі стани; U_{don} - допустимі керування (енергія, безпека, комфорт)

2 крок. Створення розумної системи керування будинком. Розробка MAS управління Smart Home на основі гібридного підходу Pareto-Nash-MPC означає створення розумної системи керування будинком. Це означає розробку адаптивного механізму навчання. Для цього необхідне оновлювати параметри політики $\theta(t)$ («налаштування» керування, наприклад ваги нейромережі).

2.1 Метод градієнтного спуску. Для оновлення використовується метод градієнтного спуску за глобальною функцією вартості:

$$\theta(t+1) = \theta(t) - \eta \nabla_{\theta} E[J_{global}(X, U)] \quad (10)$$

де: $\theta(t)$ - параметри політики, це “налаштування” керування (наприклад, ваги нейромережі); η - крок навчання; ∇_{θ} - градієнт математичного сподівання глобальної функції вартості за параметрами θ , тобто градієнт функції $E[J_{global}(X, U)]$ за параметрами політики θ , що визначають керування U .

2.2 Фінальна оптимізаційна задача. Щоб знайти оптимальні дії з урахуванням невизначеності та обмежень фінальна оптимізаційна задача має вигляд:

$$\min_{U(t)} E[J_{global}(X, U)], \quad (11)$$

за умов:

$$X(t+1) = f(X(t), U(t), \xi(t)), \quad U(t) \in W \quad (12)$$

де:

а) індивідуальні управління відображено для кожного агента $i \in \{1, \dots, N\}$ управління в момент часу t обмежено його власною допустимою множиною $u_i(t) \in W_i$.

б) загальний вектор управління відображено, як сукупний вектор системи, що визначається як конкатенація всіх векторів $u_i(t)$ - вираз визначає кооперативне керування,

$$U(t) = \begin{pmatrix} u_1(t) \\ \vdots \\ u_N(t) \end{pmatrix} \quad (13)$$

в) простір станів для системи набуває вигляду:

$$U(t) \in W, \text{ де } W = W_1 \times \dots \times W_N \quad (14)$$

Тобто оптимізація відбувається по керуванню $U(t)$, динаміка системи враховується через обмеження стану $X(t+1)$, що пов'язує керування з майбутніми станами $U(t+k) \in W$. Невизначеність враховується шляхом мінімізації математичного сподівання $E[J_{global}(X, U)]$, що забезпечує робастність рішення відносно випадкових збурень $\xi(t)$.

2.3 Визначення оператора керування. Описує конструктивну реалізацію оптимального керування у вигляді двох політик, кожна з яких використовується в спеціально окремо визначеному режимі (детермінованого управління,:

а) коли використовується нейромережа для детермінованого управління, тобто використовуються детермінована політика в контексті MPC-солверів (Model Predictive Control solvers), що означає: для даного поточного стану системи алгоритм оптимізації завжди обчислює один і той же, унікальний оптимальний керуючий вплив (або послідовність впливів) на основі відомої моделі системи. Їх використовують в прогностному управлінні для розрахунку оптимальних керуючих впливів:

$$U^*(t) = \pi(X(t); \theta) \quad (15)$$

де: $U^*(t)$ - оптимальне керування; π - оператор (policy) для детермінованого керування; $X(t) \in \mathbb{R}^n$ - вектор стану системи (температура, освітлення, заряд батарей та інші показники комфорту); θ - параметри політики (наприклад, нейромережа або MPC).

б) для забезпечення адаптивного навчання та механізму дослідження (exploration) середовища, оператор керування реалізується як стохастична політика (Stochastic policy), що визначає розподіл ймовірностей вибору дії a у стані x_t . Це базується на стохастичній стратегії та навчанні з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL).

□ Стохастична стратегія в теорії навчання (машинного навчання, теорії ігор) описується як підхід, де агент приймає рішення не детерміновано (однозначно),

а на основі ймовірнісного розподілу над можливими діями. Це означає, що для одного і того ж стану середовища агент може вибрати різні дії з певною ймовірністю, що дозволяє досліджувати нові стратегії та адаптуватися до невизначеності.

□ Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL) — це підгалузь машинного навчання, що базується на теорії оптимального керування та біхевіористській психології. RL використовується для адаптивного управління системами, дозволяючи агенту вчитися, як приймати найкращі рішення у динамічному, невизначеному середовищі, максимізуючи сумарну винагороду.

$$U^*(t) \sim \pi(a|X(t); \theta) \quad (16)$$

де: $U^*(t)$ - оптимальне керування, вектор керуючих дій агентів у момент часу t (наприклад, рівень напруги, стан ресурсу, уставка температури); $\pi(a|s)$ - оператор (policy) імовірність вибрати дію (action) a , з множини допустимих керувань W_i , що визначає перебування у стані $X(t)$. Стохастична стратегія задає розподіл ймовірностей дій за умови поточного стану $X(t)$; $X(t) \in \mathbb{R}^n$ - вектор стану системи (температура, освітлення, заряд батарей та інші показники комфорту), поточний стан системи (state), на основі якого приймається рішення; символ $|$ (вертикальна риска) — означає умовну ймовірність: «ймовірність обрати дію a за умови, що система знаходиться у стані $X(t)$; θ - параметри політики в RL-компонентах (Reinforcement Learning) - це ваги та зміщення нейронної мережі, які означають, що дія a не є жорстко визначеною функцією, а вибирається (семплюється) з розподілу ймовірностей (або іншої апроксимуючої моделі для оптимізації в процесі навчання). Це важливо для адаптивних систем, оскільки дозволяє агенту «досліджувати» (exploration) середовище; символ $\sim$ позначає реалізацію випадкової величини дії a , яка вибирається (семплюється) згідно з розподілом π .

Саме ці параметри оновлюються в процесі навчання за допомогою градієнтного спуску (формула 10).

2.4 Впровадження MPC. Оператор керування $U^*(t)$ може бути реалізований за допомогою MPC, який на кожному кроці розв'язує скінченногоризонтну оптимізаційну задачу з урахуванням динаміки системи та обмежень. MPC означає, що система: прогнозує затрати ресурсів (грошей, споживання енергії); враховує (тарифи, комфорт, зовнішні впливи); оптимізує керування (опалення, кондиціонери, батареї). MPC на кожному кроці t розв'язує задачу:

$$\min_{U(t), \dots, U(t+H)} \mathbb{E} \left[\sum_{k=0}^H J_{global}(X(t+k+1), U(t+k)) \right], \quad (17)$$

за умов:

$$X(t+k+1) = f(X(t+k), U(t+k), \xi(t+k)), U(t+k) \in W_i \quad (18)$$

де: H - горизонт передбачення; $X(t+k)$ - прогнозовані стани; $U(t+k)$ - майбутні керування; $f(\cdot)$ — модель системи.

Після розв'язання та отримання сукупності варіантів рішень ($U^*(t), U^*(t+1), \dots, U^*(t+H)$), застосовується тільки: $U^*(t)$. Потім задача розв'язується знову (receding horizon).

3 крок. Ієрархічна архітектура системи. Модель адаптивної мультиагентної системи управління Smart Home на основі гібридного підходу Pareto-Nash-MPC функціонує як трирівнева ієрархічна система в межах єдиного замкненого циклу:

Рівень 1 — середовище розумного будинку: стохастична динаміка $X(t), \xi(t)$ (формули 1, 11);

Рівень 2 — гібридне ядро Pareto-Nash-MPC, що складається з трьох функціональних шарів:

- MAS-шар — детектор конфліктів (формула 6), пошук рівноваги Неша (формула 3), узгодження через потенціальну функцію Ψ (формула 7);

- Pareto-шар — зважена агрегація критеріїв (формули 4, 5), динамічні ваги $w_k(t)$;

- MPC-шар — прогнозування на горизонті H та оптимізація (формули 17, 18), нейромережевий оператор $\pi(a / X(t); \theta)$, адаптивне оновлення θ (формула 10);

Рівень 3 — шар агентів: реалізація першої оптимальної дії $U^*(t)$, подача сигналу на актуатори, зворотний зв'язок $X(t+1) \rightarrow \text{вихід ядра}$ (Receding Horizon).

Програмна реалізація, валідація та апаратне розгортання. Програмна реалізація виконується мовою Python з використанням бібліотек CVXPY/Pyomo (розв'язання підзадач MPC) та rummy (реалізація NSGA-II для Pareto-шару). Для валідації створюється цифровий двійник (Digital Twin) будинку. Тестування проводиться шляхом стрес-тестування в граничних режимах з порівнянням відносно базової стратегії rule-based control (RBC). Апаратна реалізація базується на парадигмі Edge Computing: контролер Raspberry Pi, обмін даними через протокол MQTT, інтеграція з Home Assistant.

Обговорення результатів. Проведена теоретична формалізація та спроектована трирівнева архітектура гібридного підходу Pareto-Nash-MPC демонструють синергетичний ефект, який усуває недоліки ізолюваного використання розглянутих методів:

1. Ефективність поєднання MPC та ігрової рівноваги: Впровадження шару MPC дозволило розв'язати класичну проблему чистої теорії ігор — відсутність урахування інерційності та динамічних обмежень фізичних об'єктів. Використання принципу receding horizon (формули 17–18) забезпечує робастність системи до стохастичних збурень $\xi(t)$ (погода, коливання споживання).

2. Усунення конфліктності через Парето-Неш узгодження: Завдяки введенню детектора конфліктів (формула 6) та потенціальної функції (формула 7), система уникає колапсу оптимізації в умовах, коли підвищення комфорту призводить до зростання витрат. Лінійна агрегація (формула 8) та векторна Парето-оптимізація (формули 4–5) дозволяють гнучко налаштовувати ваги залежно від поточних пріоритетів користувача або цінового сигналу мережі.

3. Адаптивність та обчислювальна придатність: Застосування стохастичної політики (формула 16) у поєднанні з градієнтним спуском (формула 10) дає системі змогу досліджувати середовище (exploration) та адаптуватися до змінних умов без повного перенавчання моделі з нуля. Розподіл задач між бібліотеками CVXPY/Pyomo (MPC-підзадачі) та gymo (NSGA-II) дозволяє реалізувати обчислення на контролерах класу Raspberry Pi (Edge Computing) у реальному часі за протоколом MQTT.

4. Порівняльний аналіз: Порівняно з базовими сценаріями Rule-Based Control (RBC), запропонована система дозволяє досягти оптимуму між енергоефективністю та комфортом без деградації показників при екстремальних змінах зовнішньої температури чи тарифів.

Висновок

Розроблена модель адаптивної мультиагентної системи управління Smart Home на основі гібридного підходу Pareto-Nash-MPC демонструє синергетичний ефект поєднання трьох методологій: MPC-шар забезпечує прогнозовану адаптацію на горизонті H ; MAS-шар (рівновага Неша) уможливлює децентралізоване узгодження інтересів агентів через потенціальну функцію Ψ ; Pareto-шар формалізує прозорий компроміс між критеріями $f_k(X, U)$ через агреговану функцію J_{global} .

Практичне значення розробки:

- Автономне вирішення суперечностей: система самостійно балансує між конфліктуючими цілями (економія грошей vs. затишок).
- Енергоефективність: суттєве зменшення витрат електроенергії та пікових навантажень на мережу.
- Гнучкість: легка масштабованість (додавання нового смарт-приладу означає лише створення для нього нового агента).

Декларація III:

При підготовці матеріалів для цих тез автори здійснювалися збір та аналіз інформації за допомогою методики каскадного мультиагентного фреймворку на основі ансамблю провідних комерційних та відкритих мовних моделей (зокрема OpenAI GPT, Anthropic Claude, Google Gemini, xAI Grok, Mistral Le Chat, Meta LLaMA, Alibaba Qwen та DeepSeek). Методика передбачала мажоритарне крос-модельне голосування, аналітичну дегідратацію тексту та автоматизовану API-валідацію бібліографічних посилань (через бази CrossRef та Scopus) для усунення галюцинацій і забезпечення високої якості даних перед остаточним експертним аналізом автором. Усі згенеровані результати були критично

перевірені, протестовані та затверджені авторами. Відповідальність за зміст лежить на авторах.

Список літератури

1. Ghazvini, H. R. B., Ghavami, M., & Haeri, M. (2023). Distributed Nash Equilibrium Seeking of Residential Energy Grids over Unreliable Communication Networks Using Predictive Control. *MISC*, June 2023. DOI: 10.22060/miscj.2023.22098.5313. URL: https://miscj.aut.ac.ir/article_5294.html
2. Jiang, Z., & J. Cai. (2022). Distributed Game-Theoretic Control of Aggregate Building Thermal Loads Under Quadratic Generation Cost. *ACC 2022*, pp. 4608–4613. DOI: 10.23919/ACC53348.2022.9867479. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9867479>
3. Scarabaggio, P., Mignoni, N., Jantzen, J., Carli, R., & Dotoli, M. (2024). Model Predictive Control with Recursive Multi-step Input Convex Lipschitz Neural Networks: an Application to Smart Buildings. *SMC 2024*, pp. 4005–4010. DOI: 10.1109/SMC54092.2024.10831606/ URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10831606>
4. Morteza, A., H. K. Nazari, & P. Pahlevani. (2024). An IoT Framework for Building Energy Optimization Using Machine Learning-based MPC. DOI: 10.48550/arxiv.2408.13294. URL: [chrome- https://arxiv.org/pdf/2408.13294?](https://arxiv.org/pdf/2408.13294?chrome-)
5. Heidarykiany, R., & C. Ababei. Advanced day-ahead scheduling of HVAC demand response control using novel strategy of Q-learning, model predictive control, and input convex neural. *ScienceDirect*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666546825000412>
6. Dolinin, E., & Kiourt, C. (2026). Multi-Agent-Based Smart-Home Energy Management with Adaptive Reasoning. *Applied Sciences*, 16(4), 1896. DOI: 10.3390/app16041896.URL; <https://www.mdpi.com/2076-3417/16/4/1896>
7. Anand, A. S., S. Sawant, D. Reinhardt, & S. Gros. (2025). All AI Models are Wrong, but Some are Optimal. *arXiv*, Jan. 2025. DOI: 10.48550/arxiv.2501.06086. <https://arxiv.org/abs/2501.06086>

РОЗРОБКА СУКУПНОСТІ МОДЕЛЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Троцько Олександр Олександрович

кандидат технічних наук, доцент
начальник кафедри інформаційних систем та технологій
Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Драглюк Юлія Юріївна

старший викладач кафедри інформаційних систем та технологій
Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Єфименко Олександр Володимирович

кандидат технічних наук, професор,
декан механічного факультету
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Журавський Юрій Володимирович

доктор технічних наук, професор
професор кафедри комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях
Державного університету «Житомирська політехніка»

Шишацький Андрій Володимирович

доктор технічних наук, старший дослідник
професор кафедри комп'ютерних наук і інформаційних систем
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР), є математичним, програмно-апаратним та функціональним ядром сучасних інформаційних, автоматизованих та телекомунікаційних систем різного функціонального призначення [1–17]. ІСППР наразі використовуються для вирішення широкого кола інформаційно-розрахункових завдань в інтересах широкого кола споживачів [1]:

збір, обробка та узагальнення інформації, що надходить від кінцевих користувачів;

зберігання різнотипних даних, їх архівація та виведення;

вирішення окремих та/або комплексних розрахункових завдань для широкого кола користувачів;

моделювання характеру змін процесів, подій, в тому числі воєнних конфліктів та ін.

До ІСППР, що використовуються в інтересах спеціальних користувачів висуваються більш жорсткі вимоги з оперативності та достовірності обробки гетерогенних даних, комплексної надійності та ін.

Це обумовлено саме особливостями функціонування ІСППР в інтересах спеціальних користувачів та умовами функціонування систем, в інтересах яких використовуються зазначені ІСППР.

Основними особливостями функціонування ІСППР різного функціонального призначення є:

- постійне зростання обсягів інформації, що циркулює в середині їх та між самими системами;

- розширення номенклатури засобів, які деструктивно впливають на процес обміну даними в середині ІСППР так і між ними;

- удосконалення форм та способів впливу на процес функціонування ІСППР, що негативно впливає на такі показники як оперативність та достовірність обміну гетерогенними даними;

- недосконалість механізмів моделювання характеру функціонування ІСППР в частині врахування всієї повноти дестабілізуючих факторів впливу та ін.

Враховуючи вищевикладене, одним з варіантів підвищення ефективності функціонування ІСППР є розробка сукупності моделей функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Для аналізу стану ІСППР необхідний прогноз щодо динаміки виявлення вразливостей програмного забезпечення ІСППР, які можна використовувати для дестабілізації її стану. Для дестабілізації функціонування ІСППР використовуються лише ті вразливості, за допомогою яких можна порушити цілісність та доступність інформації в ІСППР. На даний момент існує низка аналітичних моделей виявлення вразливостей програмного забезпечення ІСППР, що дозволяють прогнозувати їхню динаміку виявлення. Основні та найпоширеніші моделі, які використовуються для вирішення наведеного вище завдання: термодинамічна модель Андерсона; лінійна модель Рескорлі; експонентна модель Рескорлі; логарифмічна пуассонівська модель; логістична модель Алхазмі-Малайя та ін.

Разом з тим, вищеперераховані моделі здатні прогнозувати лише усереднені тенденції у зміні інтенсивності виявлення вразливостей програмного забезпечення ІСППР, коли за фактом їх значно більше. Для врахування вищезгаданих факторів запропоновано використовувати підхід для прогнозування виявлення вразливостей на основі штучних нейронних мереж, що еволюціонують [12].

Зазначений підхід передбачає виконання двох комплексних процедур з використанням на кожному кроці окремих алгоритмів.

На першому етапі здійснювалася попередня обробка даних про раніше виявлені вразливості ІСППР, що отримані, як правило, в моменти часу $t^{(1)}, \dots, t^{(P)}$ з різними інтервалами між сусідніми моментами. Відповідний алгоритм обробки

повинен забезпечити їх згладжування та інтерполяцію для подання в вигляді безперервної функціональної залежності від часу.

Під час проведення попередньої обробки запропоновано здійснювати відновлення залежності у вигляді вираженої суми радіально-базових функцій:

$$F(t) = \sum_{i=1}^K w_i \varphi_i(t) = w^T \varphi(t), \varphi_i(t) = \varphi(\|t - u_i\|) = \exp\left[-\frac{(\|t - u_i\|)^2}{2\sigma_i^2}\right], \quad (1)$$

де $\varphi_i(t)$ – i -а радіально-базова функція; u_i – центр i -ої радіально-базової функції; σ_i – параметр впливу i -ої радіально-базової функції; w_i – відповідний ваговий коефіцієнт радіально-базової функції; K – кількість функцій, що використовуються.

Параметр впливу i -ої радіально-базової функції σ_i ($i = \overline{1, K}$) обирається виходячи з правила:

$$\sigma_i = C_1 du, \quad C_1 > 0, \quad (2)$$

де du – мінімальна відстань між центрами радіально-базової функцій, а C_1 – деяка константа.

Кількість радіально-базових функцій береться рівним:

$$K = \lceil C_2 (P - 1) \rceil, \quad 0 < C_2 \leq 1, \quad (3)$$

де P – число моментів часу, для яких розраховуються значення радіально-базових функцій, а C_2 – деяка константа.

При обчисленні коефіцієнтів ряду здійснено розв'язання перевизначеної системи лінійних рівнянь:

$$Gw = d, \quad (4)$$

$$G = \|g_{p,i}\|, \quad g_{p,i} = \|\varphi_i(t^{(p)})\|, \quad p = \overline{1, P}, \quad i = \overline{1, K}, \quad K < P,$$

де G – прямокутна матриця Гріна; $d = (d^{(1)}, \dots, d^{(P)})^T$ – цільовий вектор, що визначається з вихідної множини апроксимованих даних.

Вирішення даної системи лінійних рівнянь може бути знайдено декількома методами, у тому числі методом найменших квадратів (МНК) Гауса, методом псевдозворотної матриці Мура-Пенроуза та методом регуляризації. Останній метод має перевагу перед іншими, оскільки дозволяє враховувати апріорне рішення, що дає можливість поєднати переваги нейромережевого алгоритму прогнозування та алгоритму виявлення вразливостей.

Вирішення системи рівнянь (2) методом регуляризації має вигляд:

$$w = w^{(a)} + (G^T G + \alpha I)^{-1} G^T (d - Gw^{(a)}), \quad (5)$$

де $w^{(a)}$ – апіорне рішення; α – параметр регуляризації, який може бути обраний одним із стандартних методів; I – одинична матриця розміру $K \times K$.

У цьому випадку параметр α запропоновано визначати виходячи з наступної умови (метод підбору):

всі значення відновленої залежності $F(t) = Gw$ повинні потрапляти в інтервал від $(Gw^{(a)} - \sigma^{(a)} : Gw^{(a)} + \sigma^{(a)})$, де $\sigma^{(a)}$ – середньоквадратичне відхилення відновленої залежності $F(t) = Gw$ при $w = w^{(a)}$ від реальних даних d , при цьому нев'язка $\|Gw - d\|$ має бути мінімальною.

Вибір даного правила визначення параметра α обумовлений тим, що з одного боку запропоновано довіряти апіорному рішенню, з іншого боку запропоновано обмежити ступінь довіри таким чином, щоб при невеликому відхиленні від нього ($< \sigma^{(a)}$) відновлена залежність $F(t) = Gw$ мінімально відрізнялася від реальних даних d .

На другому етапі обробки здійснено прогнозування згладжених та інтерпольованих даних з використанням штучних нейронних мереж, з архітектурою, що еволюціонує [19].

Джерела дестабілізуючого впливу (в нашому випадку засоби РЕП, кібер впливу) негативно впливають на ІСППР, так і на їх складові частини. Один з підходів для моделювання конфліктних взаємодій між джерелами дестабілізуючого впливу і ІСППР є оцінка динаміки зміни кількості вразливостей у програмному забезпеченні ІСППР.

Необхідний не тільки прогноз відносно динаміки виявлення вразливостей, які можна використовувати для дестабілізації функціонування ІСППР, а й оцінити інтенсивності протидії визначеним вразливостям в ІСППР.

Середню швидкість усунення вразливостей в ІСППР пропонується представити наступним чином:

$$\mu = k \mu_g, \quad (6)$$

де μ_g – середня швидкість внесення змін у програмне забезпечення ІСППР, що усуває вразливість у програмному забезпеченні ІСППР, а k – коефіцієнт, що характеризує ефективність функціонування підсистеми кіберзахисту ІСППР.

Оцінку μ_g проводиться наступним чином:

$$\mu_g = \frac{1}{T_g}, \quad (7)$$

де T_g – середній час внесення змін до програмного забезпечення ІСППР, що закриває вразливість після її виявлення. Для кожного програмного забезпечення ІСППР оцінка μ_g проводиться окремо, тому що швидкість внесення змін до програмного забезпечення ІСППР в залежності від його складності є різною.

Далі СМО обслуговує ці заявки (усуває вразливості) з інтенсивністю μ , що розраховується за формулою (6). Передбачається, що робота над усуненням кожної вразливості починається відразу ж після її виявлення, відповідно, дана СМО має нескінченну кількість каналів обслуговування.

За даних припущень середньостатистичне число вразливостей у програмному забезпеченні ІСППР на даний момент часу t розраховується за формулою:

$$N_{cp}(t) = \frac{e^{-t}}{\mu} \left(\lambda(t) + \int_0^t \lambda(\tau) e^{\tau} d\tau \right). \quad (8)$$

З урахуванням (6) та (7), формула (8) набуде вигляду:

$$N_{cp}(t) = \frac{T_e e^{-t}}{k} \left(\lambda(t) + \int_0^t \lambda(\tau) e^{\tau} d\tau \right), \quad (9)$$

де $\lambda(t)$ – інтенсивність виявлення вразливостей, T_e – середній час внесення змін до програмного забезпечення ІСППР, що закриває вразливість, після її виявлення, а k – коефіцієнт, що характеризує ефективність функціонування підсистеми кіберзахисту ІСППР.

Отже, у цьому випадку середньостатистичне число вразливостей у ІСППР дорівнює середньостатистичному числу вразливостей, виявлених у програмному забезпеченні ІСППР за весь час спостереження:

$$N_{cp}(t) = \int_0^t \lambda(\tau) d\tau. \quad (10)$$

При даних припущеннях ймовірність того, що в конкретному програмному забезпеченні ІСППР знаходиться n вразливостей, дорівнює:

$$P_n(t) = \frac{[N_{cp}(t)]^n}{n!} e^{-N_{cp}(t)}. \quad (11)$$

Таким чином, ймовірність відсутності у програмному забезпеченні ІСППР вразливостей дорівнює:

$$P_0(t) = e^{-N_{cp}(t)}. \quad (12)$$

Розроблена модель дозволяє врахувати наявність на практиці періодів збільшення та зменшення числа вразливостей у програмному забезпеченні ІСППР (збільшення та зменшення ймовірності відсутності вразливостей програмного забезпечення), а, отже, більш прийнятна для подальшого використання при моделюванні.

Оскільки в ІСППР може бути встановлено декілька видів програмного забезпечення, то найпростіша математична модель функціонування ІСППР в умовах внутрішніх вразливостей та конфліктних взаємодій може бути представлена як сукупність систем масового обслуговування, кожна з яких моделює динаміку вразливостей у кожному окремому програмному забезпеченні.

У цьому випадку середньостатистична кількість вразливостей в ІСППР буде сумою середньостатистичної кількості вразливостей в кожному програмному забезпеченні, що використовується ІСППР:

$$N_{cp}(t) = \sum_{m=1}^M N_{cp}^{(m)}, \quad N_{cp}^{(m)}(t) = \frac{T_e^{(m)} e^{-t}}{k^{(m)}} \left(\lambda^{(m)}(t) + \int_0^t \lambda^{(m)}(\tau) e^{\tau} d\tau \right), \quad (13)$$

Ймовірність відсутності в ІСППР вразливостей може бути розрахована за формулою (12), якщо замість середньої кількості вразливостей у конкретному програмному забезпеченні (9) у неї підставити середню кількість вразливостей в ІСППР (13).

У найпростішому випадку, коли дестабілізуючі фактори впливають на всі види програмного забезпечення, встановленого в ІСППР, і вразливості кожного програмного забезпечення можуть бути використані безпосередньо для негативного впливу на ІСППР. Потенційна ймовірність того, що надійність ІСППР в момент часу t не може бути порушена джерелом дестабілізуючого впливу, збігається з ймовірністю відсутності в ІСППР вразливостей:

$$P_{над}(t) = P_0(t). \quad (14)$$

Ця ймовірність має потенційний характер, оскільки за її розрахунку не враховуються характеристики дестабілізуючих факторів, які можуть негативно впливати на ІСППР, а розглядається лише потенційна можливість такого впливу.

Таким чином, ймовірність надійності даної ІСППР для даного моменту часу щодо зовнішнього дестабілізуючого впливу буде розраховуватися за такою формулою:

$$P_{над}(t) = P_0^{(K3)}(t) + P_0^{(ПЗ)}(t) \left(1 - P_0^{(K3)}(t) \right), \quad (15)$$

де $P_0^{(K3)}$ – ймовірність відсутності вразливостей у підсистемі кіберзахисту ІСППР, а $P_0^{(ПЗ)}$ – ймовірність відсутності вразливостей в іншому програмному забезпеченні ІСППР.

Математична модель конфлікту ґрунтується на представленні процесу зміни станів ІСППР – джерела дестабілізуючого впливу у вигляді ланцюга Маркова з кінцевим числом станів, переходи між якими здійснюються за експоненціальним (пуассонівським) законом розподілу. Вузли ланцюга Маркова відповідають наступним станам:

S_0 – у джерела дестабілізуючого впливу відсутня будь-яка інформація про ІСППР; S_1 – у джерела дестабілізуючого впливу є інформація про програмне забезпечення ІСППР; S_{2m} – у джерела дестабілізуючого впливу є інформація про програмне забезпечення ІСППР та про одну вразливість у цьому програмному забезпеченні; S_{3m} ($m \in 1 \dots M$) – у джерела дестабілізуючого впливу є інформація про програмне забезпечення ІСППР, про одну вразливість у цьому програмному забезпеченні, а також про порядок використання цієї вразливості.

Імовірності знаходження в зазначених станах позначимо відповідно $P_0, P_1, P_{21}, \dots, P_{2m}, \dots, P_{2M}, P_{31}, \dots, P_{3m}, \dots, P_{3M}$.

Перехід із стану S_0 до S_1 здійснюється з інтенсивністю:

$$\lambda_1 = \frac{1}{T_{nz}}, \quad (16)$$

де T_{nz} – середній час, що потрібний джерелу дестабілізуючого впливу для знаходження інформації про програмне забезпечення ІСППР.

Переходи зі стану S_1 стану S_{2m} ($m \in 1 \dots M$) здійснюються з інтенсивностями $P_{ПЗ}^{(m)} \lambda_2$, де $P_{ПЗ}^{(m)}$ – ймовірність знаходження інформації про вразливість в m -му програмному забезпеченні ІСППР, яка дорівнює:

$$P_{ПЗ}^{(m)} = \frac{N_{ср_конф}^{(m)}}{N_{ср_конф}}, \quad (17)$$

де $N_{ср_конф}^{(m)}$ – середньоарифметичне середньостатистичного числа вразливостей, що знаходяться в m -му програмному забезпеченні $N_{ср}^{(m)}(t)$ ІСППР за час розгляду конфлікту;

$N_{ср_конф}$ – середньоарифметичне середньостатистичного загальної кількості вразливостей, що знаходяться в програмному забезпеченні ІСППР $N_{ср}(t)$ під час розгляду конфлікту.

Інтенсивність виявлення вразливостей у програмному забезпеченні ІСППР описується наступним чином:

$$\lambda_2 = \frac{N_{ср_конф}}{T_{враз}}, \quad (18)$$

де $T_{враз}$ – середній час, потрібний джерелу дестабілізуючого впливу для знаходження інформації про всі вразливості в ІСППР.

З урахуванням (17) і (18) інтенсивності переходів зі стану S_1 в стани S_{2m} ($m \in 1 \dots M$) будуть рівні:

$$P_{ПЗ}^{(m)} \lambda_2 = \frac{N_{ср_конф}^{(m)}}{T_{враз}}, \quad (19)$$

Перехід зі стану S_{2m} ($m \in 1 \dots M$) у стан S_{3m} ($m \in 1 \dots M$) здійснюється з інтенсивністю:

$$\lambda_3 = \frac{1}{T_{не}}, \quad (20)$$

де $T_{не}$ – середній час, потрібний джерелу дестабілізуючих впливів для знаходження інформації про спосіб використання вразливості в програмному забезпеченні ІСППР для здійснення впливу на ІСППР.

Для розрахунку середнього часу, з моменту знаходження джерелом дестабілізуючих впливів вразливості до її усунення ІСППР, запропоновано, що час виявлення (появи) вразливості в m -му програмному забезпеченні $T_{вияв_враз}^{(m)}$ є випадковою величиною.

Це прийнято з рівною ймовірністю значення з інтервалу від різниці поточного часу $T_{ном}$ і середнього часу життя вразливості в m -му програмному забезпеченні $T_{жит_враз}^{(m)}$ до поточного часу $T_{ном}$.

Висновки

1. Проведено розробку сукупності математичних моделей функціонування. Оригінальність дослідження полягає у:

комплексній оцінці стану функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень за рахунок багаторівневого оцінювання;

моделюванні можливих станів функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень;

проведенні переналаштування кількості вхідних параметрів для моделювання процесу функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень за рахунок використання штучних нейронних мереж, що еволюціонують, чим досягається підвищення оперативності та достовірності отриманих рішень та оцінок;

налаштуванні кількості вхідних каналів деструктивного впливу для їх точної оцінки за рахунок використання теорії масового обслуговування;

зменшенні обчислювальної складності моделювання дестабілізуючого впливу на інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень за рахунок використання ймовірнісного та статистичного підходів;

налаштуванні вхідних параметрів моделей за рахунок налаштування параметрів функції належності штучних нейронних мереж, що еволюціонують, чим досягається підвищення точності моделювання стану функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

2. Проведено моделювання роботи запропонованої сукупності математичних моделей функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. В ході моделювання встановлено, що забезпечується в середньому до 20 % вираш у оперативності та достовірності проведення обчислень, при забезпеченні середнього рівня використання апаратних ресурсів.

Список літератури

1. Шишацький А. В., Башкиров О. М., Костина О. М. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка". 2015. № 1(5). С. 35–40.

2. V. Dudnyk, Yu. Sinenko, M. Matsyk, Ye. Demchenko, R. Zhyvotovskiy, Iu. Repilo, O. Zabolotnyi, A. Simonenko, P. Pozdniakov, A. Shyshatskyi. Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 3. No. 2 (105). 2020. pp. 37–47. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>.

2. Sova, O., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., & Hrokholskyi, Y. Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. EUREKA: Physics and Engineering, 2021, No. 4, pp. 30-40. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940>.

3. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., and Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. EUREKA: Physics and Engineering, No. (4), pp. 78-89. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>.

4. P. Zuiev, R. Zhyvotovskiy, O. Zvieriev, S. Hatsenko, V. Kuprii, O. Nakonechnyi, M. Adamenko, A. Shyshatskyi, Y. Neroznak, V. Velychko. Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020, Vol. 4, No. 9 (106), pp. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>.

5. A. Shyshatskyi, O. Zvieriev, O. Salnikova, Ye. Demchenko, O. Trotsko, Ye. Neroznak. Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Vol. 9, No. 4, pp. 5583–5590 DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>.

6. Nechyporuk, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Kravchenko, S., Nalapko, O., Shknai, O., Klimovych, S., Kravchenko, O., Kovbasiuk, O., Bychkov, A. (2023). Development of a method of complex analysis and multidimensional forecasting of the state of intelligence objects. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 2, No. 4 (122), pp. 31–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276168>.

7. Koval, V., Nechyporuk, O., Shyshatskyi, A., Nalapko, O., Shknai, O., Zhyvylo, Y., Yerko, V., Kreminskyi, B., Kovbasiuk, O., Bychkov, A. (2023). Improvement of the optimization method based on the cat pack algorithm. Eastern-European Journal of

Enterprise Technologies, Vol. 1, No.9 (121), pp. 41–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273786>.

8. A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskiy, Y. Prokopenko, T. Hurskyi, A. Yefymenko, Y. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi. Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 5. No. 9 (101). 2019. pp. 16–27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>.

9. Mahdi Q. A., Shyshatskyi A., Prokopenko Y., Ivakhnenko T., Kupriyenko D., Golian V., Lazuta R., Kravchenko S., Protas N. & Momit A.. Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2021, Vol. 3, No. 9(111), pp. 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718>.

10. Kuchuk, N., Merlak, V., & Skorodelov, V. Метод зменшення часу доступу до слабкоструктурованих даних. Сучасні інформаційні системи. 2020. Том 4, № 1, с. 97–102. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.14>.

11. Shyshatskyi, A., Tiurnikov, M., Suhak, S., Bondar, O., Melnyk, A., Bokhno, T., & Lyashenko, A.. Методика оцінки ефективності системи зв'язку оперативного угруповання військ. Сучасні інформаційні системи. 2020. Том 4, № 1, с. 107–112. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.16>.

12. Koval M., Sova O., Shyshatskyi A., Orlov O., Artabaiev Yu., Shknai O., Veretnov A., Koshlan O., Zhyvylo Ye., Zhyvylo I. Improvement of complex resource management of special-purpose communication systems. Eastern-european journal of enterprise technologies, 2022, Vol 5, No 9 (119), pp.34–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266009.

13. I. Alieinykov, K. A. Thamer, Y. Zhuravskiy, O. Sova, N. Smirnova, R. Zhyvotovskiy, S. Hatsenko, S. Petruk, R. Pikul, A. Shyshatskyi. Development of a method of fuzzy evaluation of information and analytical support of strategic management. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 6. No. 2 (102). 2019. pp. 16–27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184394>.

14. Shyshatskyi, A., Sova, O., Zhuravskiy, Y., Zhyvotovskiy, R., Lyashenko, A., Cherniak, O., Zinchenko, K., Lazuta, R., Melnyk, A., & Simonenko, A. (2019). Development of resource distribution model of automated control system of special purpose in conditions of insufficiency of information on operational development. Technology Audit and Production Reserves,. Vol. 1, No 2(51), pp. 35–39. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.198082>.

15. Шишацький А.В., Сова О.Я., Журавський Ю.В., Троцько О.О. Методологічні засади інтелектуальної обробки даних в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень. Theoretical and scientific foundations in research in Engineering: collective monograph / Beresjuk O., Lemeschew M., Stadnijtschuk M., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. 543 p. Available at :DOI – 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.1. URL: <https://isg-konf.com/theoretical-and-scientific-foundations-in-research-in-engineering/>

16. Nalapko, O., Sova, O., Shyshatskyi, A., Protas, N., Kravchenko, S., Solomakha, A., Neroznak, Y., Gaman, O., Merkotan, D., & Miahkykh, H. (2021). Analysis of methods for increasing the efficiency of dynamic routing protocols in telecommunication networks with the possibility of self-organization. *Technology Audit and Production Reserves*, Vol. 5, No. 2(61), pp. 44–48. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239096>.
17. Shyshatskyi, A. (Ed.). *Information and control systems: modelling and optimizations: collective monograph*. 2024, Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC, 180 p. doi: <http://doi.org/10.15587/978-617-8360-04-7>.

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД КІБЕРГІГІЄНИ: ОСНОВНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Овсянніков Вячеслав,

к.т.н., Старший науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Котюх Юлія,

Старший науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Побережець Тетяна,

Науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Вороной Олександр,

Науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Чурілова Ірина,

Науковий співробітник
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Воєнні конфлікти нині розгортаються не лише на полі бою, а й у кіберпросторі, де інформаційні та кібератаки стали одним із ключових інструментів впливу на державу, суспільство та об'єкти критичної інфраструктури. Постійні кібератаки, поширення дезінформації, а також поєднання ракетно-дронових і кібернетичних атак на об'єкти критичної інфраструктури зумовлюють необхідність підвищення рівня цифрової стійкості держави та суспільства. Особливого значення в цих умовах набуває кібергігієна як базова складова цифрової безпеки та один із важливих чинників протидії кіберзагрозам. У зв'язку з цим, особливої актуальності для України набуває досвід держав-членів Європейського Союзу (далі – ЄС) щодо формування та розвитку культури кібергігієни, зокрема визначення її основних засад і заходів, які можуть бути адаптовані до українських реалій в умовах цифрової трансформації суспільства та повномасштабної війни.

Загалом, культура кібергігієни є сукупністю сформованих знань, навичок, правил та поведінкових практик користувачів, спрямованих на безпечне використання цифрових технологій та ресурсів, своєчасне виявлення потенційних кіберзагроз і запобігання їх реалізації. Вона характеризує не лише рівень знань та навичок користувачів, а насамперед їх практичне застосування у

повсякденній діяльності та житті, що сприяє зменшенню ймовірності реалізації кіберзагроз через людський фактор та підвищенню рівня кіберстійкості [1].

У державах-членах ЄС кібергігієна розглядається як складова державної політики у сфері кібербезпеки, тому що **людський фактор** залишається основною причиною успішних кібератак. Ключову роль у формуванні політики кібергігієни ЄС відіграє агентство Європейського союзу з кібербезпеки – **ENISA** (*European Union Agency for Cybersecurity*), засноване в 2004 році [2, 3]. Агентство координує діяльність держав-членів, розробляє рекомендації з кібербезпеки, проводить інформаційні кампанії та сприяє обміну найкращими практиками між державами ЄС. Одним із важливих інструментів підвищення рівня кібергігієни є щорічна кампанія *European Cybersecurity Month*, яка реалізується **ENISA** спільно з **Європейською Комісією** (*European Commission*). Кампанія спрямована на підвищення обізнаності громадян щодо кіберризиків, насамперед фішингу, соціальної інженерії та захисту персональних даних. У 2025 році особливу увагу було приділено протидії фішинговим атакам, які залишаються одним із найпоширеніших векторів проникнення до інформаційних систем. У більшості держав ЄС питання кібергігієни інтегровані в освітні програми шкіл, університетів та системи професійної підготовки. Регулярно проводяться тренінги для державних службовців, працівників критичної інфраструктури та приватного сектору. Окрема увага приділяється людям старшого віку, які часто є найбільш уразливою категорією користувачів щодо шахрайських схем та фішингових атак. Крім того, ENISA координує співпрацю між державами ЄС під час реагування на масштабні кібератаки, проводить кібернавчання та підтримує розвиток національних стратегій кібербезпеки. Агентство також відповідає за розробку європейських схем сертифікації кібербезпеки, що сприяє підвищенню довіри до цифрових продуктів і послуг.

Важливим етапом розвитку кібербезпеки та зокрема кібергігієни в ЄС, стало прийняття Директиви Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 2022/2555 від 14 грудня 2022 року про заходи для високого спільного рівня кібербезпеки на всій території Союзу (*Directive (EU) 2022/2555 on measures for a high common level of cybersecurity across the Union*), також відома як *Network and Information Security Directive 2* (далі – Директива NIS2) [4]. Директива NIS2 – це оновлений законодавчий акт ЄС, який набув чинності з січня 2023 року (замінила попередню Директиву NIS 2016 року), спрямована на посилення кібербезпеки за рахунок розширення сфери застосування, уніфікації вимог безпеки та підвищення відповідальності. Основна мета NIS2 – забезпечити високий рівень безпеки мережевих та інформаційних систем у ЄС, також значна увага приділяється людському фактору [4, 5]. Однією з ключових особливостей NIS2 є закріплення кібергігієни як обов’язкового елемента системи кібербезпеки. Згідно зі статтею 21 (*Art. 21 Cybersecurity risk-management measures*) організації повинні впроваджувати технічні, організаційні та операційні заходи для управління кіберризиками. Серед обов’язкових заходів визначено базові практики кібергігієни та навчання з кібербезпеки (*basic cyber hygiene practices and cybersecurity training*).

Для України досвід ЄС у сфері кібергігієни (зокрема, імплементація Директиви *NIS2*) є доцільним та значним кроком для інтеграції у цифровий ринок ЄС та має особливе значення в контексті євроінтеграційних процесів на шляху до вступу в ЄС. До того ж, Україна взяла на себе зобов'язання привести національне законодавство у відповідність до Директиви *NIS2* в рамках програми *Ukraine Facility* (фінансова допомога Україні від ЄС на 2024-2027 роки для відновлення та реформування) [5]. Україна вже здійснює послідовні кроки щодо формування сучасної системи кібергігієни, зокрема шляхом запровадження Рамки цифрової компетентності громадян [6]. Важливим кроком стало прийняття Закону України № 4336-IX [7] та постанови Кабінету Міністрів України № 1281 [8], якими систематизовано підхід до навчання з кібергігієни для державного сектору та законодавчо закріплено обов'язкові інструктажі і систематичні тренінги з кібергігієни та розроблення відповідних методичних рекомендацій [9]. Зазначені заходи загалом відповідають підходам ЄС, зокрема положенням *NIS2*, однак потребують подальшого розвитку та практичного вдосконалення.

Перспективним для України є перехід від переважно інформаційно-навчального підходу до системної моделі кібергігієни, що передбачатиме регулярну оцінку поведінкових ризиків, практичні симуляції кіберзагроз, адаптацію навчання до цільових груп та інтеграцію вимог кібергігієни для підвищення кіберстійкості держави. Водночас досвід інституцій ЄС демонструє, що ефективність кібергігієни визначається не лише рівнем обізнаності та підготовки користувачів, а й технологічним середовищем, у якому ці знання та навички застосовуються на практиці. Відсутність узгоджених технічних рішень, різні підходи до захисту та недостатня кіберсумісність між установами можуть ускладнювати безпечну цифрову взаємодію та обмін чутливою інформацією [10]. У цьому контексті для України важливим напрямом розвитку кібергігієни є поєднання навчальної, організаційної та технологічної складових. Це передбачає не лише формування необхідних знань, умінь і навичок користувачів, а й створення відповідного цифрового середовища на основі уніфікованих підходів до захисту, забезпечення кіберсумісності інформаційних систем і безпечної взаємодії між різними робочими середовищами.

Таким чином, європейський досвід підкреслює доцільність розглядати кібергігієну як комплексну систему, у якій поведінка користувача, організаційні механізми та технологічні рішення взаємодіють між собою. Саме такий підхід створює передумови для переходу від формального інформування користувачів до підвищення загального рівня кіберстійкості держави.

Список літератури

1. Міжнародний досвід щодо культури кібергігієни та стан її формування в Україні / О. Вороной та ін. International Science Group. URL: <https://isg-konf.com/uk/sustainable-development-and-science-interdisciplinary-approaches-and-solutions/> (дата звернення: 27.08.2026).

2. European Union Agency for Cybersecurity. Home ENISA. URL: <https://www.enisa.europa.eu/> (date of access: 21.07.2026).
3. Cybersecurity Culture Guidelines: Behavioural Aspects of Cybersecurity ENISA. Home ENISA. URL: <https://surl.li/uzyxdf> (дата звернення: 10.07.2026).
4. Network and Information Security Directive 2. NIS2 Directive. URL: <https://www.nis2-info.eu/regulation/nis2> (date of access: 21.07.2026).
5. Директива ЄС NIS2: що це таке, для яких потреб розроблена та для чого Україна її імплементує. Офіційний сайт Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України. URL: <https://surl.li/rhyuyk> (дата звернення: 21.07.2026).
6. Рамка цифрової компетентності громадян України (DigComp UA for Citizens 2.2). URL: https://osvita.diia.gov.ua/uploads/1/6287-proekt_ramki_cifrovoi_kompetentnosti_gromadan_ukraini_digcompua_2_2.pdf (дата звернення: 26.08.2026).
7. Про внесення змін до деяких законів України щодо захисту інформації та кіберзахисту державних інформаційних ресурсів, об'єктів критичної інформаційної інфраструктури: Закон України від 27.03.2025 р. № №4336-IX: станом 20 квіт. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4336-20#Text> (дата звернення: 26.08.2026).
8. Про затвердження Порядку проведення інструктажів та систематичних тренінгів щодо кібергігієни : Постанова Каб. Міністрів України від 08.10.2025 р. № 1281. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1281-2025-%D0%BF#n8> (дата звернення: 26.08.2026).
9. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо проведення інструктажів і тренінгів щодо кібергігієни на період призначення на посади державних службовців, працівників органів державної влади та інших державних органів, військовослужбовців, керівників та працівників державних підприємств, установ та організацій : Наказ Адмін. Держ. служби спец. зв'язку та зах. інформації України від 21.10.2025 № 661. URL: <https://surl.li/wxbiuf> (дата звернення: 26.08.2026).
10. State-backed hackers targeted EU officials on WhatsApp, document shows. URL: <https://www.politico.eu/article/hackers-target-eu-officials-WhatsApp>. (дата звернення: 27.08.2026).

ДЕНТАЛЬНА ІМПЛАНТАЦІЯ В ПОХИЛОМУ ВІЦІ: БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ РИЗИКУ

Бабеня Г.О.,

кандидат медичних наук, старший науковий співробітник,
заступник директора з наукової роботи,
Державна установа «Інститут стоматології
та щелепно-лицевої хірургії Національної
академії медичних наук України,

Пасечник О.В.,

кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри хірургічної стоматології,
Одеський національний медичний університет

Пасечник А.М.,

кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри хірургічної стоматології,
Одеський національний медичний університет

Старіння населення є однією з провідних демографічних тенденцій ХХІ століття. Збільшення тривалості життя та частки осіб старших вікових груп закономірно супроводжується зростанням поширеності хронічної соматичної та стоматологічної патології [1]. Незважаючи на розвиток профілактичної стоматології, часткова й повна втрата зубів залишається актуальною проблемою геронтостоматології. Вона негативно впливає не лише на жувальну функцію, а й на харчування, мовлення, естетику, психоемоційний стан і якість життя пацієнтів похилого віку [2].

Дентальна імплантація сьогодні є одним із найбільш ефективних і прогнозованих методів відновлення зубних рядів. Показники довготривалого функціонування сучасних дентальних імплантатів у більшості досліджень перевищують 90–95 %, а похилий вік сам по собі більше не розглядається як абсолютне протипоказання до імплантологічного лікування [3]. Водночас результати такого лікування в осіб старших вікових груп залежать не стільки від паспортного віку, скільки від комплексу біологічних, системних і локальних факторів, здатних впливати на процеси остеointegraції та стан періімплантних тканин [4].

Проведений аналіз сучасної наукової літератури свідчить, що одним із ключових патогенетичних чинників є біологічне старіння кісткової тканини. З віком порушується рівновага між процесами кісткоутворення та резорбції, знижується кількість і функціональна активність остеобластів, накопичуються сенесцентні клітини, змінюється активність остеокластів і сповільнюються процеси регенерації. Наслідком є зниження репаративного потенціалу кістки та

її здатності швидко формувати повноцінний контакт із поверхнею імплантата [5].

Важливою складовою вікових змін є також погіршення васкуляризації та мікроциркуляції. Ендотеліальна дисфункція, характерна для старіння, призводить до зниження кровопостачання тканин, погіршення доставки кисню, поживних речовин і клітин-попередників до ділянки імплантації. У поєднанні зі зменшенням ангіогенного потенціалу це може сповільнювати ранні етапи репарації та формування нової кісткової тканини навколо імплантата [6].

Суттєве значення в патогенезі вікових порушень остеоінтеграції мають оксидативний стрес [7] та хронічне низькорівневе системне запалення – *inflammaging* [8]. Накопичення активних форм кисню, дисбаланс про- та антиоксидантних систем і персистенція прозапальних медіаторів здатні негативно впливати на функцію остеобластів, посилювати остеокластогенез та підтримувати резорбтивні процеси. Одночасно вікова перебудова імунної системи – *immunosenescence* – супроводжується змінами клітинної і гуморальної відповіді [9], що може порушувати контроль локального запалення та сприяти хронізації запальних процесів у періімплантних тканинах.

Окрему групу факторів ризику становить коморбідна патологія. У пацієнтів похилого віку значно частіше діагностують цукровий діабет, атеросклероз, серцево-судинні захворювання, остеопенію та остеопороз. Ці стани можуть впливати на мікроциркуляцію, кістковий метаболізм, імунозапальні реакції та швидкість регенерації тканин. Додатковим чинником є поліфармація. Тривале застосування препаратів, що впливають на кістковий обмін, гемостаз, імунну відповідь або функцію слинних залоз, потребує обов'язкового врахування під час планування імплантологічного лікування [10].

Важливим локальним фактором ризику в осіб похилого віку є гіпофункція слинних залоз та ксеростомія. Зменшення слиновиділення і зміни фізико-хімічних та захисних властивостей слини сприяють порушенню екологічної рівноваги мікробіому порожнини рота, зниженню природного самоочищення, накопиченню бактеріальної біоплівки та підтриманню запальної реакції. За таких умов зростає ризик розвитку періімплантного мукозиту та його прогресування до періімплантиту з резорбцією маргінальної кісткової тканини [11, 12].

Таким чином, похилий вік не є самостійним протипоказанням до дентальної імплантації, однак комплекс асоційованих зі старінням змін — порушення ремоделювання кісткової тканини, оксидативний стрес, *inflammaging*, *immunosenescence*, коморбідність, поліфармація та гіпосалівація — обґрунтовує необхідність персоніфікованої оцінки факторів ризику для прогнозування остеоінтеграції, профілактики періімплантних захворювань і підвищення довгострокової ефективності імплантологічного лікування.

Список літератури:

1. Shreya D., Fish P.N., Du D. Navigating the Future of Elderly Healthcare: A Comprehensive Analysis of Aging Populations and Mortality Trends Using National

Inpatient Sample (NIS) Data (2010-2024). *Cureus*. 2025 Mar 11;17(3):e80442. doi: 10.7759/cureus.80442.

2. Della Terra Mouco Garrido B., Pereira P.S.S., Foloni K., Pegoraro H.D., Souza I.R., Bastos J.R.M., Foratori-Júnior G.A., Yamauti M., Ferreira R.C., Bastos R.S. Tooth Loss, Nutrition, and Oral Health-Related Quality of Life in Older Adults: Evidence from a Structural Equation Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2025; 22(12):1793. <https://doi.org/10.3390/ijerph22121793>.

3. Abou-Ayash S., Bjelopavlovic M., Molinero-Mourelle P., Schimmel M. Implant Survival in Patient Populations With a Mean Age of 65-75 Years Compared to Older Cohorts: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2025 Sep;36(9):1053-1074. doi: 10.1111/clr.14456.

4. Aguirre A. Systemic Factors in Dental Implant Therapy: Insights from the Literature. *Rev Estomatol*. 2024; 32(2):e14558. DOI: 10.25100/re.v32i1.14558.

5. Fang H., Deng Z., Jianquan L., Chen S., Deng Z., Li W. The Mechanism of Bone Remodeling After Bone Aging. *Clinical Interventions in Aging*. 2022;17:405-415. DOI: 10.2147/CIA.S349604.

6. Pacinella G., Ciaccio A.M., Tuttolomondo A. Endothelial Dysfunction and Chronic Inflammation: The Cornerstones of Vascular Alterations in Age-Related Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(24):15722. <https://doi.org/10.3390/ijms232415722>.

7. Płóciniczak A., Bukowska-Olech E., Wysocka E. The Complexity of Oxidative Stress in Human Age-Related Diseases – A Review. *Metabolites*. 2025; 15(7):479. <https://doi.org/10.3390/metabo15070479>.

8. Meier H., Mitchell C., Karadimas T., Faul J. Systemic inflammation and biological aging in the Health and Retirement Study. *GeroScience*. 2023;45. DOI: 10.1007/s11357-023-00880-9.

9. Goyani P., Christodoulou R., Vassiliou E. Immunosenescence: Aging and Immune System Decline. *Vaccines*. 2024; 12(12):1314. <https://doi.org/10.3390/vaccines12121314>.

10. Kim J., Huh J., Park G., Kim J.-Y., Park W. Systemic Conditions and Medication Use in Older Patients Undergoing Dental Implants: A Nationwide Cross-Sectional Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2025;27. DOI: 10.1111/cid.70104.

11. Poudel S., Kafle P., Pandey P., Thapa P., Baral A., Ghimire S., Subedi B. Impact of xerostomia on dental treatment outcomes: a systematic review. at Research Square. 2025. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7614524/v1>.

12. Hori Y., Kondo Y., Nodai T., Masaki C., Ono K., Hosokawa R. Xerostomia aggravates ligation-induced peri-implantitis. A preclinical in vivo study. *Clinical Oral Implants Research*. 2021; 32. DOI: 10.1111/clr.13727

ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ЕКОНОМІЧНИХ КРИЗ ЛОГІСТИЧНО-ІНФРАСТРУКТУРНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВИХ ВИКЛИКІВ

Дарушин Олександр Володимирович

кандидат економічних наук, докторант,
інституту економіки, управління та бізнесу
Одеського національного технологічного університету, Україна

На тепер за чотири роки повномасштабної війни логістична система не тільки вистояла, але й зберегла половину своїх довоєнних потужностей в Україні. Галузь успішно переорієнтувалася на нові трафіки, адаптувалася до мінливих економічних умов. Однак, 2026 рік ставить перед галуззю виклики, порівнянні із 2022 роком. В даний час у міжнародній та вітчизняній практиці все більше використовують логістичні підходи при організації, плануванні та управлінні роботою транспортних підприємств. Руйнування мостів, тягових підстанцій, складів та АЗС як у прифронтових, так і в тилкових регіонах України постійно змінюють умови роботи перевізників. Наслідки для логістики відчутні - маршрути подовжуються через необхідність об'їздів, зростають витрати на паливо, підвищуються страхові премії, а іноді страховики взагалі відмовляються покривати ризики на певних ділянках [1].

У зв'язку із цим виникає потреба у методології економічного забезпечення логістичних операцій, процесів, систем управління безпеки об'єктів транспортної інфраструктури. За оцінками, середня вартість вантажних перевезень по Україні зросла на 40-60% порівняно з довоєнним періодом. Кожен зруйнований міст – це не лише втрата для інфраструктури, а й додаткові витрати на кожну тонну перевезеного вантажу. Ця проблема, ймовірно, є найменш усвідомленою у галузі транспорту та інфраструктури [2].

Відбувається систематизація та формування цих функціональних процесів з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Перш за все необхідно розробити стратегічний план та програми реалізації. Їх реалізація забезпечить значні переваги та найвищу ефективність логістичної системи у вирішенні транспортних потреб будь-якого суб'єкта логістичних послуг. Це є дуже важливим, оскільки часто інфраструктурне обладнання у логістиці використовується найпростішим способом, наприклад збір інформації без її належної обробки та використання. Нові системи недостатньо інтегровані в ранішні транспортно-логістичні системи. Охарактеризовано функціональні складові та об'єкти транспортно-логістичних систем [3].

Тому одним із важливих напрямлень для економічного розвитку країни в цілому є слідування тенденціям інтелектуалізації транспортно-логістичної системи міст, під якою розуміється безперервний процес отримання інформації, її збільшення, перетворення та обробка для знаходження оптимального рішення в управлінні транспортно-логістичними системами [4].

Парк вантажних автомобілів українських перевізників зазнає прискореного зносу через інтенсивну експлуатацію, часто без належного технічного обслуговування та на дорогах з пошкодженим покриттям. Частина автопарку була повністю знищена під час бойових дій або залишилася на окупованих територіях. Все більше використовують логістичні підходи при організації, плануванні та управлінні роботою транспортних підприємств терміналів в портах, хабів [5].

Зазначена модель ґрунтується на сучасному емпірично-теоретичному базисі розвитку міських транспортно-логістичних систем, які знаходяться під впливом процесів глобалізації, соціалізації при управлінні транспортними засобами та логістичними мережами у реальному часі. Дана стратегія повинна базуватися на двох основних напрямках: забезпеченні стабільної роботи під час конфлікту та виконанні зобов'язань з євроінтеграції, що стане інвестицією в майбутнє галузі [6].

Таким чином, систематизуючи проведені дослідження доцільно побудувати прикладу модель розвитку міських транспортно-логістичних систем в умовах адаптивності. Імпорт нових транспортних засобів та запчастин ускладнений через коливання курсу валют, логістичні обмеження, а іноді й через санкційні обмеження на комплектуючі від певних виробників [8]. Проте на даний час в управлінні транспортною системою, у діяльності якої проявляються логістичні процеси. Синергетичний ефект від широкої участі у логістичній системі всіх задіяних акторів, своєчасне реагування на зміну дорожньої ситуації, взаємну участь громадян та адміністрації громад [7]. Ефективність логістичних моделей розвитку транспортно-логістичної інфраструктури різних країн підтверджується їх позиціями:

1) ефективність процесу оформлення (тобто швидкість, простота та передбачуваність формальностей) органами прикордонного контролю, у тому числі митними;

2) якість торговельної та транспортної інфраструктури (наприклад, порти, залізниці, дороги, інформаційні технології);

3) простота організації доставки за конкурентними цінами [9];

4) компетентність та якість логістичних послуг (наприклад, транспортні оператори, митні брокери);

5) можливість відстежувати вантажі;

6) своєчасність відправлення вантажів до пункту призначення в запланований або очікуваний термін доставки.

В процесі дослідження встановлено, що особливості транспортно-логістичних систем залежать від стратегій розвитку адміністративно-територіальних одиниць та драйвера зростання даної системи. Сьогодні можна вважати почався новий етап розвитку логістики [10]. Даний етап проявляється соціалізацією та інтелектуалізацією логістичної діяльності, що передбачає безперервний процес отримання знань, їх збільшення, перетворення та обробка для знаходження ефективного рішення в управлінні системою на даний момент години. Технології теперішньої логістичної системи, яка на даний час

знаходиться в умовах локальності, неоднорідності, із низьким рівнем гібридності та упорядкованості в Україні [11].

Підсумовуючи слід зазначити, що розвиток сучасних агломерацій в умовах безпекових викликів, а саме: збільшення транспортних засобів на дорогах, розвиток нових маршрутів збільшує обсяг інформації, необхідної для аналізу фахівцями та прийняття оперативних логістичних рішень і проєктних механізмів [12].

Список літератури

1. Целлер В.І. (2025). Модель розвитку інвестицій та управління інноваціями в логістиці під час безпекових загроз. «Цифрова економіка та економічна безпека». 5(20). С.142-149.

2. Євдокімова О.М. (2024). Система досягнення цілей проєкту фрахтування флоту судноплавних компаній у повоєнний період. Управління розвитком складних систем. 1(57). С.60-68.

3. Захарченко О.В. (2025). Вплив економічних мит і тарифних ставок на логістичні перевезення в умовах турбулентності. Грааль науки. № 51. С.358-369.

4. Kramskyi S.O. (2025). Theoretical basis of maritime transport markets management in modern conditions of uncertainty. «Grail of science». № 48. С.158-165.

5. Tseller V.I. (2025). Economic optimization and strategic resilience of multimodal logistics networks in Ukraine: an economic analysis of the efficiency deficit in turbulence. «Економіка та суспільство». №80. 1-7. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-102>

6. Крамський С.О. (2025). Управління інфраструктурними проєктами та програмами проєктно-орієнтованих організацій в турбулентних умовах. Грааль науки. № 53. С.337–343.

7. Захарченко О.В. (2025). Моніторинг сталого розвитку громад і територій в турбулентних умовах: управління соціально-економічною безпекою. Грааль науки. №59. С.443-456.

8. Крамський С.О. (2024). Метод опціону управління проєктами в бізнес-середовищі на морському транспорті у повоєнний період. Управління розвитком складних систем. (3)59. 53-61.

9. Євдокімова О.М. (2025). Аналіз рівня інноваційного розвитку морських портів в турбулентних умовах: міжнародний та національний досвід. Грааль науки. № 56. С.121–133.

10. Захарченко О.В. (2026). Контент-аналіз планування та прогнозування соціально-економічного бізнес-середовища в турбулентних умовах. Грааль науки. № 63. С.322-328.

11. Крамський С.О. (2026). Технології сучасного електронного урядування в турбулентних умовах: засади цифрового та інноваційного управління. Грааль науки. № 65. С.356–362.

12. Євдокімова О.М. (2026). Організаційно-управлінський механізм формування людських ресурсів: оцінка проєктних команд в турбулентних умовах. Грааль науки. № 66. С.365-371.

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ НАОЧНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Рикова Ольга Сергіївна

Вчитель математики Криворізького ліцею №35 «Імпульс»

Криворізької міської ради

м. Кривий Ріг, Дніпропетровська область, Україна

В умовах дистанційного навчання математики традиційні статичні засоби унаочнення зазнають суттєвих метаморфоз. Цифрова трансформація вимагає від учителя створення цілісного математичного мультимедійного середовища, де наочність перетворюється на інтерактивний інструмент дослідження та дедукції.

- **Динамізація абстрактних математичних моделей.** Замість статичних креслень у підручнику, вивчення стереометрії (напр., перерізи многогранників, тіла обертання) або математичного аналізу (геометричний зміст похідної) потребує використання динамічних систем на кшталт **GeoGebra** або **Desmos**. Це дозволяє учням бачити об'єкти в динаміці та самостійно змінювати параметри функцій.[3]

- **Інтерактивні плакати як цифрові опорні конспекти.** Замість паперових таблиць із тригонометричними формулами чи правилами диференціювання використовуються ресурси **Canva** або **Genially**. Старшокласникам важливо мати багаторівневу наочність: клік на формулу відкриває відео з її виведенням або інтерактивний приклад розв'язання.

- **Гейміфікація та автоматизація тренажерів.** Традиційні збірники задач трансформуються в інтерактивні модулі на платформах **LearningApps** або **Wordwall** (наприклад, завдання на відповідність між графіком функції та її аналітичним виразом). Це забезпечує миттєвий зворотний зв'язок (self-checking), що критично для самостійної роботи старшокласників.[7]

- **Віртуальні дошки для спільного математичного моделювання.** Використання сервісів **Miro** або **Padlet** дозволяє організувати групове розв'язування комплексних задач. Кожна група може візуалізувати свій етап доведення або графічний метод розв'язання системи рівнянь, компенсуючи брак соціальної взаємодії.

Сучасна математична освіта базується на залученні учня до активного оперування математичними об'єктами через хмарні сервіси. Візуальний ряд тут обов'язково підкріплюється аналітичною дією.[1]

1. Динамічні математичні середовища (**GeoGebra**, **Desmos**)

Приклад (Алгебра, 10 клас): Тема «Властивості тригонометричних функцій. Перетворення графіків». Учень у **Desmos** рухає повзунки параметрів a , b , c у рівнянні $y = a \sin(bx + c)$ і в реальному часі бачить, як графік стискається, розтягується чи зміщується.[6]

Методична перевага: Абстрактні коефіцієнти стають фізично зрозумілими, розвивається функціональне мислення.

2. Інтерактивні дошки для спільної роботи (Miro, Conceptboard)

Приклад (Геометрія, 11 клас): Тема «Об'єми тіл обертання». Учні в групах на спільній дошці Miro розробляють інженерний проєкт (наприклад, розрахунок місткості резервуара складної форми), комбінуючи циліндри, конуси та кулі, додаючи туди фото реальних об'єктів та формули.[2]

Методична перевага: Візуалізація зв'язку математики з реальним життям, розвиток просторової уяви та навичок колаборації.

3. Платформи для візуального експрес-контролю (Quizizz, Kahoot!)

Приклад (Алгебра, 10 клас): Тема «Похідна та її застосування». Вчитель запускає тест, де на слайдах зображено графіки функцій, а учням потрібно за 30 секунд візуально визначити знаки похідної в заданих точках.[5]

Методична перевага: Наочність як засіб швидкої діагностики «сліпих зон» у розумінні концептів, а не просто механічних обчислень.

Методичні рекомендації щодо поєднання словесних пояснювань та екранної наочності на онлайн-уроці математики

Ефективність наочності у старшій школі залежить від мінімізації ефекту розщеплення уваги (**split-attention effect**), оскільки математичні об'єкти мають високий рівень абстракції.[4]

Проблема / Фактор	Методичне рішення та Інструментарій
Розпорошення зору між формулою, кресленням і чатом	Принцип математичного мінімалізму: Слайд не повинен містити суцільного тексту доведення теореми. Лише базове креслення та ключові логічні кроки. Голос учителя має випереджати наочність на 2–3 секунди, готуючи когнітивне поле для сприйняття.
Стихійне сприйняття складних графіків/креслень	Керування фокусом: Використовуйте графічний планшет для покрокового малювання поверх екрана в реальному часі. Використовуйте акцентуючі фрази: «Подивіться на точку перетину...», «Зараз я виділю зеленим кольором дотичну...».
Забігання учнів наперед при виведенні формул	Ефект дозованої появи (Appear): Формули, кроки розв'язання або елементи геометричного креслення мають з'являтися на екрані строго в той момент, коли вчитель їх коментує або коли учні приходять до цього висновку.

Проблема / Фактор	Методичне рішення та Інструментарій
Когнітивне перевантаження від швидкої зміни слайдів	Правило математичної паузи (7 секунд): Після демонстрації складного математичного об'єкта (наприклад, тривимірного графіка в GeoGebra) вчитель має витримати паузу до 7 секунд для первинного геометричного сканування учнями, перш ніж починати аналітичне пояснення.
Пасивне споглядання екрана («ефект кінотеатру»)	Вербалізація та інтерактивний фідбек: Прийом «Озвуч графік» — учень має прокоментувати рух точки за графіком. Використання швидких реакцій: «Якщо ви згодні, що в цій точці похідна дорівнює нулю, поставте "+" в чат».
Падіння концентрації уваги (Когнітивний темп)	Структурування часу (Правило 15/5): У старшій школі заміна діяльності потрібна кожні 15 хвилин. Після 15 хвилин лекції з візуалізацією має йти перехід до активної діяльності — самостійне дослідження в Desmos або індивідуальне розв'язування задачі у паперовому зошиті.
Дизайн математичного контенту	Технічна гігієна: Високий контраст (чорний/темно-синій шрифт на білому тлі). Використання чітких математичних шрифтів без засічок для тексту (Arial) та стандартного математичного вигляду формул (LaTeX-стиль). Повна відсутність декоративних картинок, що не несуть математичного змісту.

Список літератури

1. Биков В. Ю. Інноваційні інструменти та цифрові технології в сучасній математичній освіті. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Т. 88, № 2. С. 1–15.
2. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Формування дослідницьких компетентностей старшокласників засобами динамічних математичних середовищ. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2021. № 34 (41). С. 25–38.
3. Ракушев А. В. Використання хмарних сервісів Desmos та GeoGebra як інструментів візуалізації на уроках алгебри та геометрії в старших класах. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. Вип. 60, ч. 3. С. 182–189.

4. Співаковський О. В., Петухова Л. Є., Котенко В. В. Методика використання інтерактивних візуальних моделей у процесі навчання стереометрії в умовах дистанційної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 4 (26). С. 45–52.

5. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: теоретико-методологічний аспект. *Вісник Черкаського національного університету*. Серія: Педагогічні науки. 2019. № 2. С. 112–121.

6. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory* (Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies). Springer. (Джерело щодо когнітивного темпу та ефекту розщеплення уваги / *split-attention effect*).

7. Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. (Джерело щодо принципів мультимедійності, мінімалізму та технічної гігієни наочності на екрані).

ШЛЯХЕТСЬКІ АРХІВИ

Черняк Сергій Геннадійович

кандидат педагогічних наук, доцент,
старший науковий співробітник

Відділу інформації та використання документів,
Державний архів м. Києва

У міру того як письмо укорінювалося в повсякденному житті шляхетського соціуму, виникала нагальна потреба забезпечити збереження його матеріальних носіїв. Ця цілком очевидна обставина зумовила генезу архівів. Вони виникали як при державних установах та світських і церковних інституціях, так і з волі приватних осіб. Шляхетські архіви від початку відігравали важливу роль у збереженні документальної спадщини, і з часом ця роль лише зростала. Адже занепад державних інституцій Давньої Речі Посполитої та, зрештою, їхня ліквідація, позначалися на збереженості їхніх архівів. Відтак маємо чимало прикладів врятування документів таких архівів завдяки приватній архівістиці [1, с. 50].

Зважаючи на кількісну перевагу шляхти над магнатами, їхніх архівів було значно більше, ніж магнатських. У кожному маєтку існували архіви, які створювалися на тих засадах, що й магнатські, тому шляхетські архіви за складом і змістом були схожими з магнатськими, передусім тим, що включали документи на право власності на маєтки, генеалогічні, боргові, судові акти, рідше адміністративно-господарські матеріали, що пояснюється нескладною маєтковою адміністрацією і контролем. Поряд із цими документами в шляхетському архіві часом можна натрапити і на службову документацію, що свідчила про участь того чи іншого шляхтича в роботі місцевих адміністративно-судових установ. Шляхетські архіви склалися з меншої кількості документів, ніж магнатські, хоча, залежно від майнового стану власника, деякі архіви могли налічувати кількасот документів і хронологічно сягати XVI століття. Вони упорядковувалися самими власниками, але документи на право власності зберігалися з такою ж старанністю, як і в магнатських архівах. За часів воєн і повстань шляхтичі нерідко передавали такі документи на зберігання до монастирів або возили їх із собою. Актіві книги судових установ Волині кінця 40 – 50-х років XVII століття мають численні записи про втрату власниками документів разом із іншим майном під час походів або їх загибель у разі захоплення населених пунктів повсталими козаками і селянами [2, с. 170].

Родові (сімейні) особові архіви шляхти Давньої Речі Посполитої упродовж останніх півтора століття залишаються об'єктом наукового вивчення польських, українських, білоруських тощо істориків. Традиційно дослідницький інтерес фокусується на архівних збірках магнатів та заможної шляхти, адже їхні розміри та інформаційний потенціал чималі. Архіви нетитулованої шляхти вивчаються не так прискіпливо. Вочевидь, ця обставина зумовлена їхньою поганою

збереженістю. Однак вона не може слугувати виправданням для ігнорування вказаних документальних збірок дослідниками. Необхідність вивчення їхньої історії, змістовно-видової структури не викликає жодних сумнівів [1, с. 50 – 51].

Документальна спадщина дрібної шляхти, хоч загалом по ній залишилася величезна кількість актів, у кожному конкретному випадку не могла сформуватися в певні архіви. Розшукати її можна у фондах монастирів, більших особових фондах або колекціях документів сучасних архівосховищ, де зберігаються акти про надання або підтвердження права власності на частину маєтку, а також акти купівлі-продажу, застави, успадкування частини маєтку або земельних ділянок, тобто сліди володінь дрібної шляхти [2, с. 170].

Побіжний огляд відомостей про наявність у шляхти документів та інших писемних пам'яток недвозначно засвідчує, що маємо справу з майновими актами. У першу чергу йдеться про надання (руських князів, місцевих суверенів, польських королів) на землевласність. На середину – другу половину XVI століття їхній вік становив щонайменше півтори сотні років. Поряд з ними шляхта зберігала межові акти. Вочевидь, були й інші документи, котрі з точки зору майнових відносин легітимізували права на нерухомість та слугували доказовою базою в перманентних земельних суперечках. Зрештою, на це вказують ужиті в множині означення «листи і привілеї» («*literarum seu privilegiorum*»). Втім, більш докладної інформації про обсяги та змістовно-видову структуру шляхетських архівів тогочасні документи не містять [1, с. 53].

Маємо відзначити на існуванні впродовж досліджуваного періоду шляхетських конфедерацій (від лат. *confoederatio* — спілка, об'єднання) — тимчасові політичні об'єднання шляхти в Речі Посполитій, які брали на себе функції державної влади або ж домагалися від центрального уряду задоволення своїх станових вимог. Після згасання династії Ягеллонів (1572 рік) їхні створення та діяльність відбувалися або згідно з правовим порядком *regnum*, коли функціонували всі державні і політичні інститути, або — *interregnum*, коли було неможливим функціонування в повному обсязі виконавчої, законодавчої і судової влади. За звичайного правового порядку шляхта створювала конфедерації як для політичної підтримки короля, так і для боротьби з ним чи тиску на нього, щоб домагатися виконання тих чи інших своїх вимог. Якщо король визнавав справедливими вимоги утвореної проти нього конфедерації, то вона набувала рис легальності; не визнана королем конфедерація поставала як рокош. Упродовж XVII – XVIII століть конфедерації шляхетські потрапили під вплив магнатських угруповань, що переслідували свої групові інтереси [3, с. 110].

Отже, шляхетські архіви — це комплекс історичних документів, які фіксували правовий статус, майнові права, родоводи та господарську діяльність привілейованого стану (шляхти). В Україні ці документи мають величезне значення для генеалогічних досліджень та вивчення історії Речі Посполитої, Великого князівства Литовського та Гетьманщини.

Список літератури

1. Смуток, І. Архіви Перемишльської шляхти (XVIII ст.). Rocznik Historyczno-Archiwalny. Т. XXV: 2015 – 2020. С. 49 – 68.
2. Нариси історії архівної справи в Україні / За заг. ред. Ірини Матяш, Катерини Климової. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 612 с.
3. Енциклопедія історії України: Т. 5: Кон – Кю / Редкол.: В.А. Смолій (голова) та ін. НАН України. Інститут історії України. Київ: В-во «Наукова думка», 2008. 568 с.

ENSURING THE SECURITY OF THE ELECTORAL PROCESS IN UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION

Hlynianyi Ivan,
PhD in Law,
National University “Odesa Law Academy”, Ukraine

The security of the electoral process in a post-conflict state is a category qualitatively different from electoral security under peacetime conditions. While in the latter case the primary focus is on ensuring the proper functioning of electoral procedures and minimising organisational risks, in a post-conflict environment electoral security becomes one of the key mechanisms for political stabilisation, as well as for restoring or maintaining public trust in state institutions.

The first elections in Ukraine following the end of the armed conflict will take place under conditions unprecedented in recent European history: a significant proportion of registered voters will be residing abroad or internally displaced; substantial territories may remain only partially de-occupied; and the foreign aggressor state will have at its disposal a full range of instruments for interfering in the electoral process, from cyberattacks against electoral infrastructure and deepfake-based disinformation to the financing of controlled candidates and physical pressure on voters in de-occupied territories.

From an administrative law perspective, the issue concerns not only the nature of the existing threats, but also the institutional system of public authorities capable of ensuring their systematic neutralisation. It is precisely the comparative experience of states that have already undergone such challenges, or have developed the most resilient systems for protecting elections, that provides the methodological key to addressing this issue.

The administrative and legal framework for ensuring the security of the electoral process encompasses three interrelated dimensions that require separate consideration but must function as a single coordinated system. The first dimension concerns the physical security of electoral infrastructure, including the protection of polling stations, secure storage and transportation of electoral documentation, and protection of election commission members from physical pressure or threats. The second concerns cybersecurity of the electoral process, including the protection of the State Register of Voters, the information systems of the Central Election Commission (CEC), and communication channels between different levels of electoral administration against unauthorised external access, manipulation, and denial-of-service attacks. The third dimension is information security, which involves countering organised foreign interference campaigns through disinformation, social media manipulation, and

synthetic content aimed at undermining confidence in election results or influencing voter behaviour.

The comprehensive nature of these security dimensions demonstrates that electoral security cannot be ensured solely through the activities of individual public authorities or the exercise of their statutory powers. An effective electoral security system requires a developed framework of administrative and organisational procedures for coordinating authorised bodies, exchanging information, managing risks, adopting administrative decisions, and responding to threats. In this context, academic literature emphasises the importance of considering administrative and organisational procedures as distinct forms of administrative and legal support through which public administration functions in this field are implemented [1].

This approach provides a more comprehensive understanding of the mechanism for ensuring electoral security and shifts the focus from individual powers to an integrated system of interaction among the authorities responsible for its protection. Particular importance should therefore be attached to identifying the executive authorities responsible for each area of electoral security and establishing effective mechanisms for coordinating their activities in order to prevent overlapping competences, gaps in legal regulation, and the diffusion of responsibility among authorised bodies.

The experience of Georgia following the Rose Revolution (2003–2004) [2] represents one of the most illustrative examples of building an effective system for protecting the electoral process through public authorities in a post-conflict environment. A key element of the Georgian reform was the introduction of a clear statutory division of competences between the Central Election Commission as an independent electoral administration body, the Security Service as the authority responsible for detecting and preventing foreign interference, and the Prosecutor's Office as the authority responsible for the criminal prosecution of electoral offences. This framework was complemented by a mandatory interagency coordination mechanism in the form of a permanent Interagency Group on Electoral Security.

Such a model addresses the problem of fragmented responsibility for electoral security. Since contemporary threats to elections often combine informational, cyber and organisational dimensions, their effective mitigation requires clear coordination among the competent authorities and the designation of a responsible body for each area of response. The Georgian model of interagency coordination, based on a statutory allocation of responsibilities, therefore provides a methodological framework that can be directly applied to the post-conflict context of Ukraine.

The U.S. Cybersecurity and Infrastructure Security Agency (CISA) provides an illustrative example of how a specialised executive agency can effectively protect electoral infrastructure against cyber threats without interfering in the organisation and conduct of elections [3]. Following the findings of Russian interference in the 2016 presidential election, CISA was given responsibilities related to the designation of election infrastructure as critical infrastructure and the provision of technical assistance, cybersecurity vulnerability assessments, and access to current threat information to state and local election authorities. This approach demonstrates how a high level of governmental support for electoral security can be combined with

preserving the institutional autonomy of the authorities directly responsible for administering elections [3].

From the perspective of the administrative and legal organisation of public administration, the CISA model reflects a shift from hierarchical subordination towards functional support. Under this model, a specialised executive agency strengthens the cyber resilience of electoral infrastructure without acquiring powers to manage the activities of election authorities. Such a division of competences ensures a balance between effective public administration and the institutional autonomy of electoral bodies.

For Ukraine, adapting this approach appears appropriate given the persistent threat of cyberattacks against state information resources and the high probability of attempts at foreign interference in future electoral processes. Accordingly, the establishment of a **State Centre for Cybersecurity Protection of Electoral Infrastructure** within the structure of the **State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine** appears to be a promising solution. Unlike the traditional administrative model, such a centre should not be granted powers to manage the activities of the Central Election Commission or lower-level election commissions. Its functions should include monitoring cyber threats, conducting security audits of electoral information systems, coordinating responses to cyber incidents, organising exercises and testing, and providing election authorities with up-to-date analytical information on potential risks.

This model is more appropriate for Ukraine than establishing a separate authority with excessively broad supervisory powers, as it would preserve the constitutionally established independence of the Central Election Commission and prevent the concentration of both election administration and security oversight functions within a single institution. Moreover, the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine already possesses the necessary technical infrastructure, professional capacity, and practical experience in countering cyberattacks against critical infrastructure, making it the institution best equipped to perform these tasks without creating additional bureaucratic structures.

This model becomes particularly relevant in the context of Ukraine's post-war recovery. Future elections will take place in an environment of heightened security risks, including not only potential cyberattacks against information systems but also complex information and psychological operations aimed at discrediting election results and undermining public confidence in democratic institutions. Under these conditions, the establishment of a specialised centre for the cybersecurity protection of electoral infrastructure should be regarded not merely as a technical measure, but as an element of the broader system for safeguarding the legitimacy of the electoral process and strengthening public confidence in its results.

Estonia is regarded as one of the global leaders in the cybersecurity of electoral processes. Its experience is particularly valuable for Ukraine, as both states face security threats originating from Russia. The large-scale cyberattacks of 2007 provided a major impetus for the development of Estonia's cybersecurity system, demonstrating

the vulnerability of public information systems and the need to establish effective mechanisms for their protection.

The system for protecting the electoral process in Estonia is based on a clear division of functions among different public authorities. The Information System Authority (RIA) is responsible for the technical security of electoral information systems and digital infrastructure. The Internal Security Service (KAPO) monitors and counters attempts at foreign interference in elections. At the same time, an important element of this framework is the nationwide electronic identification system (e-ID), which provides reliable voter identification and significantly reduces the possibility of manipulating voter registers [4].

A distinctive feature of the Estonian model is that electoral security is ensured not by a single authority but by a system of interconnected institutions, each performing its own functions. This approach makes it possible to ensure the technical security of the electoral system, counter foreign interference, and maintain a high level of public confidence in election results. Particularly noteworthy is Estonia's approach to electronic voting (i-voting), which has been used since 2005 and enables citizens residing abroad to participate in elections. This experience is directly relevant to addressing the challenge of enabling millions of Ukrainians who are temporarily displaced or residing abroad to vote [5].

A key lesson from the Estonian experience is that the digitalisation of the electoral process is not inherently more secure. **Its security depends on the maturity and effectiveness of the administrative and legal framework established to protect it.**

A synthesis of international experience makes it possible to identify several common administrative and legal approaches to the protection of the electoral process that have proved effective in democratic states and may be adapted to the Ukrainian context. These approaches form the conceptual core of a modern electoral security model amid growing cyber, information, and hybrid threats. First, the principle of functional division within a unified coordination framework: electoral security is an interagency function, but requires a single coordination centre with responsibilities established by law. No single institution can or should monopolise all aspects of electoral security. Second, the principle of functional support for the electoral process, under which security authorities and specialised public institutions provide electoral bodies with the necessary technical, informational, and organisational resources without interfering with the exercise of their powers. Third, the principle of legislative anticipation of threats: protective measures, responsible authorities, and response procedures should be established by law before the electoral process begins rather than determined *ad hoc* during its course. This is particularly important for post-conflict elections, where *ad hoc* decisions are especially vulnerable to manipulation by interested parties.

The prospects for implementing international experience in protecting Ukraine's electoral process in the post-war period should be considered not only in terms of the substance of the institutional solutions to be adopted, but also with regard to mechanisms for their gradual implementation within the national legal system. The study demonstrates the expediency of establishing a permanent interagency mechanism

for coordinating electoral security in Ukraine, involving the Central Election Commission, the Security Service of Ukraine, the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine, the National Security and Defence Council of Ukraine, and the Ministry of Digital Transformation of Ukraine. The effectiveness of such a model will largely depend on a clear legal division of competences among its participants, the designation of responsible authorities for each area of electoral security, and the establishment of response protocols for different categories of threats.

At the same time, international experience demonstrates the need for an institutional separation between the functions of election administration and those related to their technical and cybersecurity protection. In this regard, it appears appropriate to assign responsibility for ensuring the cyber resilience of the State Register of Voters and the information systems of the Central Election Commission to the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine as the specialised authority in the field of cybersecurity. Such a model, based on the principles of functional support and service provision, makes it possible to combine a high level of technical expertise with the preservation of the institutional independence of the bodies responsible for conducting elections.

Another promising area for improving national legislation is the introduction of a mechanism for expedited judicial protection in cases involving the dissemination of disinformation during the electoral process. The French experience demonstrates that a rapid response to threats to electoral information security can be ensured without excessive interference by the executive authorities with freedom of expression, since the final decision on restricting the dissemination of the relevant content is taken by a court. Such a model appears to be the most consistent with both the requirements of the Constitution of Ukraine and the standards of the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms, which is particularly important in the context of European integration and the post-war democratic transformation of the state.

References

1. Chudyk N. O. Administrative and Legal Support of the Electoral Process in Ukraine. Dissertation for the Degree of Doctor of Law, specialty 12.00.07, Administrative Law and Procedure; Financial Law; Information Law. West Ukrainian National University, National Aviation University, Ministry of Education and Science of Ukraine. Kyiv, 2021. 453 p. URL: <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/ad077054-3366-4268-a3ad-fc9036a0e812/content>
2. Rose Revolution. Wikipedia: The Free Encyclopedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Трояндова_революція
3. Key International and Ukrainian Cybersecurity News in September 2024. URL: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Diialnist/6989.html>
4. Oliinyk O., Soia P. Internet Voting: Advantages, Disadvantages and the Experience of Other Countries. Is This Option Suitable for Ukraine? URL:

<https://voxukraine.org/internet-golosuvannya-perevagy-nedoliky-ta-dosvid-inshyh-krayin-chy-pasuye-tsej-variant-dlya-ukrayiny>

5. Havrik R. O. Estonian Experience of Electronic Voting: Prospects for Implementation in Ukraine. *Economics. Finance. Law*. 2023. No. 6. P. 60–63.

ГОСТРИЙ СИНДРОМ ВІДМІНИ АНТИТИРЕОЇДНИХ ПРЕПАРАТІВ: КЛІНІЧНИЙ ПРИКЛАД

Лопаткіна Оксана Павлівна,

Ph.D., ст.викладач кафедри анатомії людини
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

Галунко Ганна Михайлівна,

к.мед.н., доцент кафедри анатомії людини
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

Лопаткін Владислав Вікторович,

студент V курсу медичного факультету № 2 (педіатрія),
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

Актуальність. Хвороба Грейвса (також відома під назвами «токсичний дифузний зоб» або «Базедова хвороба») є найбільш поширеною причиною гіпертиреозу, складаючи до 80% усіх випадків гіперфункції щитоподібної залози [1]. Це аутоімунний стан, при якому імунна система помилково атакує щитоподібну залозу – невеликий орган у формі метелика на передній ділянці шиї, який має критичне значення для регулювання метаболізму, енергетичного балансу, температури тіла та ваги [2]. Цей процес провокує неконтрольоване вироблення гормонів щитоподібної залози, що призводить до гіперфункції, відомої як гіпертиреоз [3]. Актуальність проблеми визначається не лише її високою поширеністю, але й системним та потенційно летальним впливом на організм: коли рівень тиреоїдних гормонів наростає до надмірного, це дестабілізує численні життєві процеси, вражаючи серцево-судинну систему (ризик фібриляції передсердь та тиреотоксичного кризу), нервову систему та спричиняючи розвиток специфічної орбітопатії Грейвса [4]. Оскільки хвороба найчастіше діагностується у віці 30-50 років, тобто у найбільш працездатному віці, необхідність тривалого лікування та контролю ускладнень становить вагомий соціально-економічний тягар, що підкреслює критичну важливість своєчасної діагностики та вибору оптимальної терапевтичної стратегії.

Мета нашого дослідження полягала в аналізі клінічної картини 35-річного пацієнта Г., який був госпіталізований з характерним комплексом скарг. До них належали виражений тремор верхніх кінцівок, значна втрата ваги, часті проноси та помітна нестабільність настрою.

Результати дослідження. Згідно з анамнезом, перші ознаки захворювання з'явилися у 2024 році. Вони були представлені стійкими розладами травлення, зокрема постійним абдомінальним больовим синдромом. Пацієнт чітко простежує етіологічний зв'язок між появою соматичних скарг та наявністю значного психоемоційного дистресу, спровокованого психотравмою та станом хронічного стресу. Протягом місяця пацієнт приймав Еспа-карб у дозуванні 40

мг/добу. Після припинення прийому препарату в лютому 2026 року, на тлі річного амбулаторного спостереження, відбулася різка трансформація клінічної картини: зафіксовано сумарну втрату ваги до 25 кг, збільшення ділянки шиї (що потребує виключення зоба), а також поява комплексу симптомів, які можуть вказувати на тиреотоксикоз або синдром відміни: тремор верхніх кінцівок, гіпергідроз (підвищена пітливість), а також офтальмологічні скарги (відчуття піску та двоїння в очах). Крім того, відзначено схильність до носових кровотеч. Ця нова симптоматика свідчить про необхідність термінового дообстеження щодо ендокринної патології, імовірно, пов'язаної з функцією щитоподібної залози.

На підставі клінічних проявів, що виникли після відміни Еспа-карбу (загальне схуднення на 25 кг, тремор, гіпергідроз, збільшення шиї, офтальмологічні скарги, носові кровотечі), було сформовано комплексний план обстеження з метою верифікації ендокринної патології та оцінки її системного впливу. План охоплює базові лабораторні тести (загальний аналіз крові, сечі, біохімічне дослідження крові) та специфічну тиреоїдну панель. Серед інструментальних методів призначено УЗД щитоподібної залози. Для оцінки вторинних ускладнень та диференціальної діагностики залучено консультації офтальмолога (у зв'язку з двоїнням та відчуттям піску в очах), невропатолога, кардіолога та хірурга, що забезпечує мультидисциплінарний підхід до оцінки стану пацієнта.

Враховуючи ознаки декомпенсованого тиреотоксикозу, що розвинувся після відміни Еспа-карбу, було призначено комплексну терапію: антитиреоїдний препарат Еспа-карб із корекцією початкової дози до 50 мг/добу (через стадію декомпенсації), В-блокатори (анаприлін) для швидкого усунення вегетативних симптомів (тремор, тахікардія), седативні (седасен) для зниження дратівливості, тривожності та нормалізації сну, а також очні краплі для зменшення сухості та різі, спричинених офтальмопатією, та селенорм для підтримки функції щитоподібної залози. Додатково призначено висококалорійну та високобілкову дієту, спрямовану на компенсацію високих енерговитрат після втрати 25 кг і підтримку функції печінки, із суворим виключенням усіх стимуляторів (кофеїн, міцні чаї, шоколад, алкоголь, енергетики) для мінімізації тремору верхніх кінцівок.

Висновок. На підставі комплексного обстеження та аналізу клінічної картини, діагноз сформульовано наступним чином: «Хвороба Грейвса. Дифузний токсичний зоб (II ст.). Тиреотоксикоз, стадія декомпенсації. Ендокринна офтальмопатія I ст. Астенічний синдром». Призначене лікування є патогенетично обґрунтованим, оскільки безпосередньо спрямоване на корекцію декомпенсованого ендокринного статусу та усунення вегетативних, неврологічних і офтальмологічних проявів. Додатково включено дієтичну корекцію, спрямовану на поступове відновлення маси тіла після втрати 25 кг, яка передбачає підвищену калорійність та вміст білка, суворе виключення стимуляторів (кофеїн, міцні чаї, шоколад, алкоголь, енергетики), а також обмеження фізичних та психоемоційних навантажень. Прогноз на життя

сприятливий за умови дотримання адекватної тиреостатичної терапії. Проте, з огляду на наявність офтальмологічних змін, необхідне постійне динамічне спостереження окуліста через ризик прогресування ускладнень.

Список літератури

1. Vargas-Uricoechea, H., Bonelo-Perdomo, A., Sierra-Torres, C. H., & Meza-Cabrera, I. (2016). Autoimmune thyroid disease (flajani-parry-graves-von basedow disease): Etiopathogenesis, clinical manifestations and diagnosis. In *Thyroid disorders: basic science and clinical practice* (pp. 61-83). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-25871-3_5
2. Achonu, C. U., Olopade, O. B., Yusuf, B. O., Fadeyi, A. A., & Fasanmade, O. A. (2023). Case Report of Graves' Disease in a 45-Year-Old Woman Secondary to Herceptin Treatment for Breast Cancer. *Monoclonal Antibodies in Immunodiagnosis and Immunotherapy*, 42(6), 194-202. <https://doi.org/10.1089/mab.2023.0011>
3. Smith, T. J., & Hegedüs, L. (2016). Graves' disease. *New England Journal of Medicine*, 375(16), 1552-1565. DOI: 10.1056/NEJMr1510030
4. Davies, T. F., Andersen, S., Latif, R., Nagayama, Y., Barbesino, G., Brito, M., & Kahaly, G. J. (2020). Graves' disease. *Nature reviews Disease primers*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0184-y>

CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL IDENTITY AMONG YOUTH UNDER THE CONDITIONS OF THE TRANSFORMATION OF UKRAINIAN SOCIETY

Nauchitel Olena

candidate of psychological sciences, associate professor,
associate professor of the Department of Psychology
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Kuzminova Svitlana

senior lecturer of the Department of Psychology
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Yakusheva Yevheniia

candidate of psychological sciences,
associate professor of the Department of Psychology
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»

Relevance of the Problem. Systemic societal transformations and the prolonged military conflict in Ukraine have fundamentally altered young people's system of reference regarding their own future and professional vocation. Entering the labor market under conditions of security risks and social uncertainty, due to living in frontline cities and the pragmatism out of necessity, makes it impossible to realize traditional trajectories of professional identity development.

Young adults have found themselves in a complex psychosocial situation characterized by a gap between the knowledge they have acquired and the demands of the labor market, informational pressure, and the lack of clear professional prospects for the future, all of which give rise to a state of psychological frustration. Under such circumstances, young adults are compelled to construct a trajectory of professional self-realization in the context of labor market instability and the absence of long-term social guarantees.

These conditions necessitate a certain restructuring of the individual's motivational-semantic sphere. Crisis circumstances force young people to seek new foundations for preserving personal autonomy, professional reflection, and inner stability. In this context, it can be assumed that the formation of professional identity will manifest a contradictory character, ranging from the slowing down and temporary inhibition of professional self-determination to, conversely, the intensified development of the professional self through an accelerated reappraisal of values and the search for new internal sources of support. Accordingly, the dynamics of this process within a society experiencing crisis will likely reveal substantial polarization:

from a state of identity diffusion, loss of goals, and orientation toward external authorities, to the formation of a mature, achieved professional identity status.

Despite the existence of numerous studies devoted to the development of young people's professional self-consciousness, the specific features of their professional identity under conditions of military conflict, societal destabilization, and security risks remain insufficiently explored. There is a need to obtain systematic data on the relationships between the stages of young people's professional self-identification, the reflective structure of the self-concept, and the factors that contribute to maintaining the psychological boundaries of the individual. Clarifying these patterns will provide the foundation for the development of targeted interventions and psychological and educational support programs during periods of profound societal change.

Within this context, continued study of the characteristics of professional identity manifestation among young adults acquires strategic, theoretical, and practical significance. Sense-making of this experience has not only individual value but also determines the quality of the country's human capital during the period of national recovery, as the development of a stable yet adaptive professional position among the younger generation directly influences their capacity to act as agents of societal transformation, thereby ensuring the effective human resource and innovative revitalization of the state.

Keywords: professional identity, achieved professional identity, professional identity diffusion, foreclosure professional identity, professional identity moratorium, self-acceptance.

Research Methodology: Data collection methods: the "Self and the World" questionnaire (V. Chernobrovkina), the "10 Selves" technique (T. V. Rumyantseva), and a questionnaire survey. Statistical analysis methods: Student's *t*-test and Spearman's rank-order correlation analysis.

Problem Statement.

The issue of professional identity constitutes one of the central areas of contemporary psychology, as this phenomenon determines the level of an individual's integration into society, psychological resilience, and self-realization [1; 2]. As demonstrated by the analysis of the scientific discourse, professional identity is regarded as a form of social identity that reflects an individual's identification with a professional community and professional activity.

V. V. Kaplinskyi maintains that the essence of this construct is revealed through the outcome of professional self-determination, a means of adaptation, and the degree of awareness of one's belonging to a professional group [3]. According to theoretical generalizations, the core of professional identity is defined through an individual's awareness of their professional status and their own place within the professional community.

As the analysis of the scientific literature has shown, this phenomenon is structurally multidimensional and traditionally encompasses cognitive, emotional-value, motivational, and behavioral components. According to contemporary psychological approaches, the formation of professional identity is viewed as a dynamic process that continues throughout an individual's entire professional career.

The synthesis of results from previous studies has demonstrated that, under current conditions, the stabilizing and adaptive functions of identity acquire particular significance, serving as internal resources of psychological resilience in the face of crisis-related challenges. It is generally recognized that, through the integration of personal and social dimensions, as well as the capacity for flexible adaptation, professional identity ensures the integrity of the self and the effectiveness of a professional functioning within a changing environment.

The theoretical propositions concerning the development of professional identity have been confirmed by recent empirical studies, which highlight its dynamic and contextual nature. In particular, the studies of M. Tomlinson and D. Jackson along with the practical career guidance model developed of H. Herianto and colleaguescareer, have demonstrated that an individual's capacity to adapt flexibly to changing environmental demands is a key prerequisite for maintaining stable professional self-identification [4; 5]. At the same time, based on the analysis of young people's semantic representations conducted by L. Carvalho, it has been established that the formation of the professional self depends substantially on the subjective emotional meanings and value-based associations that individuals attribute to their future professional role [6].

The synthesis of researches reported by Ukrainian scientists (V. I. Shakhov et al.; L. Koniaieva et al.) made it possible to identify fundamental changes that have occurred in the professional identity of higher education students [7; 8]. The authors established that, during the initial stages of university study, orientation toward external factors –such as the social prestige of a profession and the opinions of significant others –predominates, whereas in the final years of study, autonomy and the personal significance of the professional role increase. As demonstrated by the study's results of Z. O. Rzhavska-Shtefan, during the transition between the third and fourth years of study, young adults frequently experience a normative crisis of professional identity caused by frustration resulting from the discrepancy between theoretical expectations and their first practical experience [9].

The scientific community emphasizes that the process of professional identity formation undergoes substantial transformation under the influence of extreme conditions and global societal challenges. In particular, both the study by V. V. Levchenko and the works of Z. O. Rzhavska-Shtefan substantiates that the conditions of the full-scale military conflict and sociocultural destabilization in Ukraine have led to a forced reappraisal of young adults' values [1, 9]. The researchers found that uncertainty about the future challenges the stability of professional self-identification while simultaneously activating individuals' internal resources and increasing the need for accelerated psychological adaptation to new realities.

At the same time, insufficient attention has been devoted to examining how prolonged sociocultural instability and residence in frontline cities affect the level of maturity of professional self-identification among Ukrainian youth at the very beginning of their professional careers. This determines the relevance of investigating the characteristics of professional identity formation among Ukrainian youth under the conditions of societal transformation, since understanding these mechanisms is of considerable importance for the development of effective psychological and

educational support programs and for preserving the country's human and professional potential.

Research Results:

Within the framework of the study, the stages of professional identity formation among contemporary youth were analyzed. The findings revealed the predominance of achieved professional identity, which was identified in 50% of the respondents. This tendency indicates the presence of a conscious choice of one's professional trajectory, well-developed value orientations, and the internal psychological stability of young people. An equal proportion of respondents (16% each) were found to be at the professional identity moratorium stage, characterized by an active period of exploration, uncertainty regarding the future, and a desire for self-discovery, as well as at the professional identity foreclosure stage, in which professional choices have been made under the influence of external circumstances or authoritative figures without undergoing a stage of independent personal exploration. The professional identity diffusion stage was identified in 18% of the respondents, indicating general uncertainty, a lack of professional goals, and an unreflective attitude toward future occupational activity.

A comparison of the empirical findings confirmed the hypothesis that destructive factors and the instability of contemporary society constitute substantial obstacles to the achievement of a mature professional identity. At the same time, comparative analysis demonstrated that the prevalence of achieved professional identity was significantly higher than that of the other professional identity statuses, namely moratorium ($t=1,96$, $p\leq 0.05$), foreclosure ($t=1,96$, $p\leq 0.05$), and diffusion ($t=2.06$, $p\leq 0.05$). The obtained findings illustrate a pronounced unevenness in the development of the investigated process within the youth population. On the one hand, approximately half of the respondents demonstrated a clear understanding of their own values and stability of professional orientations, which facilitates successful adaptation within the professional sphere. On the other hand, the remaining half of the participants remained in a state of uncertainty, experiencing hesitation, a willingness to make decisions under the influence of external authority, or a complete absence of clearly defined professional orientations and career intentions.

The identified differentiation, in our opinion, can be explained by a complex of socio-psychological, age-related, and sociocultural factors. First and foremost, this unevenness is conditioned by the developmental characteristics of emerging adulthood (18–27 years), a period during which individuals actively search for life goals and directions. This stage is associated with the transition from education to employment and is accompanied by instability of social status, variability of life plans, and uncertainty in values and meanings. It is also important to consider the socioeconomic realities of contemporary Ukrainian society, characterized by the transformation of the labor market, financial hardship, and the necessity of a pragmatic approach to career choice. In particular, among young people employed in the food service sector, work is often situational and temporary, which reduces the level of awareness regarding their occupational choice and contributes to the persistence of professional identity moratorium and professional identity foreclosure as developmental identity statuses.

Conversely, among higher education students, an intensive search for value orientations and a desire for self-affirmation predominate, which are associated with higher levels of achieved professional identity. An equally important factor is the influence of the microsocial environment and the information space. Dependence on evaluations by parents, colleagues, and peers frequently inhibits reflective consideration of professional choices. This effect is further intensified by social media, which disseminate idealized and unrealistic representations of particular professions, thereby provoking internal uncertainty and ambivalence among young people.

The next stage of the study involved assessing the extent to which professional identity had become integrated into the overall system of young people's self-perception under conditions of sociocultural transformation. A positive correlation was found between achieved professional identity and the Reflective Self ($r=0.44$, $p \leq 0.01$). Thus, a well-developed understanding of oneself, the capacity for self-reflection, and authenticity are closely associated with an individual's readiness to independently construct a professional career trajectory. A reciprocal relationship appears to exist, whereby a clearly defined professional identity, in turn, serves as a factor contributing to the organization and further development of the reflective component of the self-concept.

No statistically significant correlations were identified between achieved professional identity and the remaining dimensions of self-perception, namely the Physical Self, Social Self, Reflective Self, and Transcendental Self. We believe that this complete absence of statistically significant relationships is attributable to the specific characteristics of these psychological phenomena. The professional identity moratorium status reflects the dynamics of active exploration under conditions of pronounced normative uncertainty, in which professional orientations remain in the process of transformation, resulting in the dynamic, contradictory, and fragmented nature of self-descriptions. At the professional identity foreclosure stage, career decisions are made not on the basis of internal criteria or reflective evaluation of one's own interests and abilities, but rather under the influence of external sociocultural pressures. Consequently, the structure of the self remains insufficiently integrated into the process of professional self-determination. Professional identity diffusion, by its very nature, is characterized by amorphousness, a lack of goal orientation, and an unstructured self-image, which inherently prevents the establishment of stable relationships with any dimension of an individual's self-perception.

The final stage of the study involved identifying the relationships between the indicators of professional identity status and the parameters reflecting the congruence between the self-image and the world image. Statistical analysis revealed only a limited number of significant correlations. In particular, a positive correlation was found between the achieved professional identity status and the level of congruence of the psychological boundaries between the Self and the ($r=0.36$, $p \leq 0.05$). This finding suggests that a well-developed and consciously established professional identity is inseparably associated with the clarity of an individual's psychological boundaries, the sovereignty of personal psychological space, and the ability to differentiate one's own values and beliefs from destructive or manipulative external influences. At the same

time, a statistically significant correlation was found between indicators of the pre-orientation stage of professional identity and self-determination and resilience ($r = 0,31$, $p \leq 0.05$). This finding indicates that, even when occupational choices are externally induced rather than independently determined, certain aspects of internal organization and the striving to maintain control over one's own life may remain relatively coherent, being supported by the individual's readiness to adapt to the expectations of authority figures or stable external social structures.

Conclusions and Practical Implications

The synthesis of the empirical findings makes it possible to identify several consistent patterns.

The process of professional identity formation among contemporary Ukrainian youth is internally heterogeneous and differentiated. Although half of the participants demonstrated an achieved professional identity, the remaining half were experiencing a crisis of professional self-determination, manifested either through professional identity diffusion or dependence on external influences characteristic of less mature identity statuses.

Successful professional integration is possible only when personal meanings are harmoniously integrated with the demands of future professional activity. Conversely, the absence of systematic relationships between the remaining professional identity statuses and the components of self-perception reflects the internal inconsistency and insufficient structural integration of the self-image among young adults experiencing a professional identity crisis or social alienation.

The congruence between the self-image and the world image, reflecting the degree of correspondence between young adults' self-perception and their perception of objective reality, is characterized by pronounced asymmetry and varying levels of expression across its components. The dimensions of psychological boundaries, resilience, and an existential orientation toward being exhibit substantially lower levels of disruption than the overall frustration of a positive life orientation among young people. This tendency is particularly evident among individuals demonstrating low or reduced levels of worldview congruence.

The identified pattern of relationships confirms that the processes of successful professional self-determination are directly integrated into the individual's broader system of worldview. The internalization of professional roles and the transition toward a mature achieved professional identity are directly associated with an individual's ability to manage their own life trajectory, make independent decisions, overcome sociocultural barriers, and maintain internal psychological stability under conditions of widespread societal instability. In contrast, the absence of analogous relationships for the identity statuses of moratorium and diffusion once again confirms the crisis-ridden, disintegrated nature of young people's «self-concept», which requires targeted social and psychological support to harmonize relationships with a changing society and achieve successful professional development.

The identified trends substantiate the urgent need to develop and implement comprehensive psychological and educational support programs, as well as targeted intervention technologies, aimed at facilitating processes of self-determination,

promoting adaptive relationships with a rapidly changing social environment, and fostering the development of professional reflection among contemporary youth under conditions of intensive societal transformation.

Practical Significance

The results obtained can be used in educational, psychotherapeutic, and public spheres: for the development of training programs, psychoeducational courses, and youth initiatives designed to foster a generation capable of consciously transforming challenging life experiences into resources for further personal and societal development.

References

1. Levchenko V. V. Psykholohichniy suprovid formuvannia profesiinoi identychnosti v umovakh zmin [Psychological support of professional identity formation under conditions of change]. *Teoretychni i prykladni problemy psykholohii*. 2019. No. 3 (50). Vol. 3. P. 196–207. <https://doi.org/10.33216/2219-2654-2019-50-3-3-196-207> [In Ukrainian].
2. Atroshchenko T. O. Naukovi proiektzii fenomenu profesiinoi identychnosti maibutnikh pedahohiv [Scientific projections of the phenomenon of professional identity of future teachers]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: «Pedahohika. Sotsialna robota»*. 2021. Vol. 1 (48). P. 15–18. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.15-18> [In Ukrainian].
3. Kaplinskyi V. V. Naukovtsi kintsia XX – pochatku XXI stolittia pro profesiine samovyznachennia yak rezultat formuvannia profesiinoi identychnosti studentiv [Scientists of the late XX – early XXI century on professional self-determination as a result of the formation of professional identity of students]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky (Serii «Pedahohika», Serii «Psykhologhiia», Serii «Medytsyna»)*. 2024. No. 7 (41). P. 233–44. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-7\(41\)-233-244](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-7(41)-233-244) [In Ukrainian].
4. Tomlinson M., Jackson D. Professional identity formation in contemporary higher education students. *Studies in Higher Education*. 2021. Vol. 46, No. 4. P. 885–900. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1659763>
5. Herianto, Gunawan A. G., Tuwoso, Suswanto H. Industry-Oriented Career Guidance Model for Improving Employability of Vocational Education Students. *Eduscape: Journal of Education Insight*. 2026. Vol. 4, No. 2. P. 81–88. <https://doi.org/10.61978/eduscape.v4i2.1455>
6. Carvalho L., Amorim-Ribeiro E. M. B., Cunha M. V., Mourão L. Professional identity and experience of undergraduate students: an analysis of semantic networks. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2021. Vol. 34, article ID 14. P. 1–13. <https://doi.org/10.1186/s41155-021-00179-8>
7. Shakhov V. I., Shakhov V. Osoblyvosti stanovlennia profesiinoi identychnosti maibutnikh psykholohiv u protsesi profesiinoi pidhotovky [Features of the formation of professional identity of future psychologists in the process of professional training]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni*

Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Pedahohika i psykholohii. 2023. Vol. 74. P. 89–95. <https://doi.org/10.31652/2415-7872-2023-74-89-95> [In Ukrainian].

8. Koniaieva L., Shopsha M. Profesiina identychnist studentiv-psykholohiv na adaptatsiinomu etapi profesiinoi sotsializatsii u zakladi vyshchoi osvity [Professional identity of psychology students at the adaptive stage of professional socialization in a higher education institution]. *Naukovi pratsi Mizhrehionalnoi Akademii upravlinnia personalom. Psykholohiia. 2024. No. 2 (63). P. 5–16. <https://doi.org/10.32689/maup.psych.2024.2.1> [In Ukrainian].*

9. Rzhavska-Shtefan Z. O. Osoblyvosti motyvatsii studentiv-pershokursnykiv v umovakh dystantsiinoho karantynnoho navchannia [Features of motivation of first-year students in conditions of distance quarantine learning]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii 12. Psykholohichni nauky. 2021. Vol. 14 (59). P. 80–89. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series12.2021.14\(59\).09](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series12.2021.14(59).09) [In Ukrainian].*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БІОСУГЕСТИВНОЇ ТЕРАПІЇ У СПРІЯННІ ПОСТТРАВМАТИЧНОМУ ЗРОСТАННЮ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З БОЙОВИМ ДОСВІДОМ

Коваленко Анастасія Вадимівна

Магістр, клінічний психолог, біосугестивний терапевт
Начальник служби психологічного забезпечення військової частини 1141
Національної гвардії України

В умовах воєнного стану проблема збереження психічного здоров'я військовослужбовців та працівників сектору безпеки і оборони набуває особливої актуальності. Постійне перебування в умовах небезпеки, інтенсивні бойові дії, втрати, поранення, полон та інші травматичні фактори формують значне психоемоційне навантаження, що часто супроводжується розвитком тривожних розладів, емоційного виснаження, порушенням сну та проявами посттравматичного стресового розладу (ПТСР).

Тривалий час у науковій літературі домінувала патологізуюча модель реагування на психотравму, у межах якої основна увага приділялася негативним наслідкам травматичного досвіду. Однак сучасні підходи у психології розглядають травму не лише як фактор руйнування, але й як потенційне джерело розвитку. У цьому контексті ключовим поняттям є посттравматичне зростання, яке визначається як позитивні психологічні зміни, що виникають у результаті боротьби особистості з наслідками травматичних подій [1, с. 4].

Посттравматичне зростання проявляється у кількох основних сферах: зміцненні особистісної сили, поглибленні міжособистісних взаємин, підвищенні цінності життя, духовному розвитку та відкритті нових життєвих можливостей [2]. Важливо підкреслити, що цей процес не є автоматичним і не виникає безпосередньо внаслідок травми. Він формується через активну внутрішню роботу особистості, пов'язану з переосмисленням пережитого досвіду та інтеграцією травматичних подій у власну життєву історію [5].

Особливістю посттравматичного зростання є його парадоксальна природа: воно виникає не попри страждання, а через нього. Саме інтенсивність переживань може виступати каталізатором глибинних особистісних змін, за умови наявності ресурсів для їхнього опрацювання [4, с. 12]. У цьому процесі важливу роль відіграють когнітивні механізми, зокрема рефлексія, пошук сенсу, реконструкція життєвих переконань та формування нових адаптивних установок.

У військовому середовищі процес посттравматичного зростання має специфічні характеристики. Він відбувається в умовах високої інтенсивності стресових факторів, обмежених можливостей для емоційного вираження та жорсткої регламентації поведінки. Окремо варто відзначити, що ресурсне переосмислення травматичного досвіду орієнтоване не лише на індивідуальні

зміни, але й на трансформацію системи взаємодії з оточенням. Змінюється якість міжособистісних контактів, зростає потреба у щирості, підтримці та емоційній включеності у стосунки. Це сприяє більш глибокому відчуттю приналежності до соціальної групи та підсилює відновлювальні процеси.

Загалом, посттравматичне зростання можна розглядати як динамічний процес психологічного відновлення і розвитку, що поєднує переосмислення травматичного досвіду, формування нових смислів та розширення адаптаційних можливостей особистості. Воно спрямоване на досягнення більшої внутрішньої зрілості, емоційної стабільності та цілісності життєвого функціонування навіть після значних психотравмуючих подій [6, с. 13].

Разом із тим, у багатьох військовослужбовців спостерігаються труднощі у вербалізації травматичних переживань. Це пов'язано як із особливостями військової культури, так і з дією психологічних захисних механізмів, спрямованих на уникнення болісних спогадів. У таких випадках ефективними є підходи, що виходять за межі суто когнітивної роботи та включають тілесні й емоційні компоненти.

У цьому контексті значний науковий і практичний інтерес становить біосугестивна терапія як інтегративний метод психокорекції. Вона поєднує елементи сугестивного впливу, тілесно-орієнтованих практик та музикотерапії, забезпечуючи комплексний вплив на психоемоційний стан людини [3, с. 4].

Теоретичною основою біосугестивної терапії є уявлення про єдність психічних і соматичних процесів. Психотравматичний досвід фіксується не лише у свідомості, але й у тілесних реакціях — у вигляді м'язової напруги, змін дихання, порушення регуляції вегетативної нервової системи. Це обумовлює необхідність використання методів, спрямованих на відновлення психофізіологічної рівноваги [5].

Одним із ключових механізмів біосугестивної терапії є досягнення стану глибокого психофізіологічного розслаблення, що формується через релаксацію, ритмічне дихання та сенсорний вплив. У цьому стані знижується рівень критичного контролю, що підвищує ефективність сугестивного впливу та забезпечує формування нових адаптивних установок [3].

Сугестивний компонент терапії передбачає використання вербальних формул, спрямованих на формування відчуття безпеки, стабільності та внутрішнього контролю. Тілесний компонент забезпечує зниження рівня м'язової напруги та нормалізацію фізіологічних процесів. Музичний супровід підсилює емоційний вплив та сприяє глибшому зануренню у сугестивний стан.

Важливим аспектом біосугестивної терапії є її орієнтація на ресурсний потенціал особистості. На відміну від підходів, що фокусуються на травматичному досвіді, цей метод спрямований на активацію внутрішніх можливостей людини, відновлення здатності до саморегуляції та формування позитивних психоемоційних станів [6].

З позицій теорії посттравматичного зростання, біосугестивна терапія може розглядатися як один із психокорекційних інструментів, що створює умови для запуску процесів внутрішньої трансформації особистості після пережитого

стресу або травматичних подій. Зниження рівня дистресу сприяє зменшенню надмірної активації стресових реакцій, що дозволяє поступово відновлювати когнітивний контроль, емоційну регуляцію та здатність до рефлексії.

Також, зменшення психоемоційної напруги дозволяє відновити здатність до саморефлексії та переоцінки життєвих установок, що є центральним компонентом посттравматичного зростання [6, с. 4]. У результаті формується психологічна готовність до інтеграції травматичного досвіду в життєву історію особистості без його витіснення чи уникання, що відкриває можливості для розвитку нових сенсів, цінностей і стратегій подолання життєвих труднощів.

Крім того, важливу роль відіграє формування довіри — як до себе, так і до інших. Відновлення базового відчуття безпеки є необхідною умовою для розвитку міжособистісних зв'язків, які, у свою чергу, виступають важливим чинником посттравматичного зростання.

Окрему увагу слід приділити психосоматичному аспекту травматичного досвіду. Порушення сну, соматичні скарги, хронічна втома та інші фізіологічні прояви часто супроводжують психотравму. Біосугестивна терапія, впливаючи на тілесний рівень, допомагає знизити ці прояви, що опосередковано підвищує здатність особистості до психологічної адаптації.

Таким чином, поєднання тілесного, емоційного та когнітивного компонентів у біосугестивній терапії відповідає сучасному розумінню психотравми як складного явища та потреби у комплексному підході до її подолання.

Отже, посттравматичне зростання виступає важливим ресурсом відновлення військовослужбовців, що дозволяє не лише подолати наслідки травматичного досвіду, але й досягти якісно нового рівня особистісного розвитку. Біосугестивна терапія, у свою чергу, є перспективним методом психологічної допомоги, який сприяє активації внутрішніх ресурсів, відновленню психоемоційної рівноваги та створює передумови для формування посттравматичного зростання в умовах воєнного стану.

Список літератури:

1. Журавель Є. Ю. Доцільність застосування методу біосугестивної терапії у реабілітації людей із бойовим досвідом // *Габітус*. Вип. 67. 2024. С. 154-159.
2. Журавель Є. Ю. Психологічні механізми адаптації військовослужбовців у післятравматичний період // *Вісник психології і педагогіки*. 2023. Вип. 18 С. 118-130.
3. Прінц В. А., Конюшенко О. Л., Стебло Л. В. Біосугестивна терапія при гострій реакції на стрес: профілактика гострого стресового розладу та ПТСР // *Перспективи та інновації науки* (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). № 5(51). 2025. С. 2212-2223.
4. Прінц В.А. Біосугестивна терапія: теорія та практика // *Психологія XXI століття: теоретичні та практичні дослідження* : зб. наук. пр. / гол. ред. Л. Г. Білий. Хмельницький : Вид-во МАУП, 2024. Вип. 20. С. 270-274.
<https://drive.google.com/file/d/1oOPEE6Qs6ic-H64-ztfRGnNXDEOywnNa/view>

5. Стражний О. Біосугестивна терапія: для корекції та лікування психосоматичних розладів. Посібник для лікарів і психологів. Тернопіль : Підручники і посібники, 2024. 192 с. URL: <https://emed.library.gov.ua/wp-content/uploads/tainacan-items/26427/147901/Biosuhestyvna-terapiia-dlia-korektsii-ta-likuvannia-psykhosomatychnykh-rozladiv.pdf>

6. Чорна Н. В. Вплив біосугестивної терапії на зниження симптомів тривожних розладів. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія 4, 2024. 67 с.

The authors of the XXXV International Scientific and Practical Conference «Innovative vector of science development: from idea to implementation» were representatives of the following educational institutions:

Odesa Polytechnic National University; National University “Kyiv Aviation Institute”; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Dnipro State Medical University; Florida Institute of Technology; National Transport University; State University of Information and Communication Technologies; Kharkiv National University of Internal Affairs; Uzhhorod National University; Georgian Technical University; Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; O. O. Bogomolets National Medical University; Mykhailo Ostrohradskyi Kremenchuk National University and others.

INNOVATIVE VECTOR OF SCIENCE DEVELOPMENT: FROM IDEA TO IMPLEMENTATION

Scientific publications

Proceedings of the XXXV International Scientific and Practical Conference
«Innovative vector of science development: from idea to implementation»,
Bilbao, Spain. 90 p.
(September 01–04, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90600-148-1

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.35

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: Sliusarchyk D. AI-driven system integration for intelligent enterprise infrastructure: architecture, automation and digital transformation. Proceedings of the XXXV International Scientific and Practical Conference. Bilbao, Spain. 2026. Pp. 10-16 URL: <https://isg-konf.com/innovative-vector-of-science-development-from-idea-to-implementation/>