

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

# **ІНЖЕНЕРНІ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Том 13 № 3**

**Кременчук • КрНУ • 2025**

ISSN 2307-9770

DOI 10.32782/2307-9770.2025.13.03

#### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**Чорний Олексій Петрович**, д-р техн. наук, професор,

директор Інституту електромеханіки, енергозбереження и систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

#### РЕДАКЦІЙНА РАДА

**Герасименко Лариса Віталіївна**, д-р пед. наук, доц.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

**Поясок Тамара Борисівна**, д-р пед. наук, проф.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

**Беспарточна Олена Іванівна**, канд. пед. наук, доц.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

**Солошич Ірина Олександрівна**, д-р пед. наук, доц.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

**Почтовюк Світлана Іванівна**, канд. пед. наук, доц.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

**Грицюк Олена Сергіївна**, канд. пед. наук, доц.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна.

**Кобиланська Ірина Миколаївна**, канд. пед. наук, доц.,

Вінницький національний технічний університет, Україна.

**Siviakova Galina**, Cand. Sc., Associate Professor,

Karaganda State Industrial University, Kazakhstan.

#### Технічний редактор

**Істоміна Наталія Миколаївна**, канд. техн. наук,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Журнал публікує після подвійного сліпого рецензування та перевірки на оригінальність статті, які містять результати досліджень з питань розвитку науки і освіти, впровадження нових результатів фундаментальних і прикладних досліджень у галузі педагогічних наук.

Видається за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол № 1 від 25.09.2025 р.).

«Інженерні та освітні технології» з 07.11.2018 внесено до групи "Б" переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук і доктора філософії (кандидата наук) зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки (наказ МОН України № 32 від 15.01.18).

Журнал надсилається до провідних наукових бібліотек України, реферується у Національній бібліотеці України імені В. І. Вернадського. Журнал індексується у загальнодержавній базі даних «Україніка наукова» (реферативний журнал «Джерело»), міжнародних наукометричних базах даних: «IndexCopernicus», «Polska Bibliografia Naukowa», та «Google Scholar».

Журнал видається з лютого 2013 року.

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**KREMENCHUK MYKHAILO OSTROHRADSKYI  
NATIONAL UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF ELECTROMECHANICS, ENERGY SAVING  
AND CONTROL SYSTEMS**

# **ENGINEERING AND EDUCATIONAL TECHNOLOGIES**

**Volume 13 № 3**

**Kremenchuk • KrNU • 2025**

ISSN 2307-9770

DOI 10.32782/2307-9770.2025.13.03

#### EDITOR-IN-CHIEF

**Chorny Olexsii Petrovych**, Doctor of Sciences (Engineering), Professor,  
Director of Institute of Electromechanics, Energy Saving and Control Systems at Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

#### EDITORIAL BOARD

**Herasyenko Larysa Vitaliivna**, Doctor of Sciences (Education), Associate Professor,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine.

**Poyasok Tamara Borysivna**, Doctor of Sciences (Education), Professor,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine.

**Bespartochna Olena Ivanivna**, Candidate of Science (Education), Associate Professor,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine.

**Soloshych Iryna Oleksandrivna**, Doctor of Science (Education), Associate Professor,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine.

**Pochtoviuk Svitlana Ivanivna**, Candidate of Science (Education), Associate Professor,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine.

**Hrytsiuk Olena Serhiivna**, Candidate of Science (Education), Associate Professor,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine.

**Kobylianska Iryna Mykolaivna**, Candidate of Science (Education), Associate Professor,  
Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

**Siviakova Galina**, Cand. Sc., Associate Professor,  
Karaganda State Industrial University, Kazakhstan.

#### Technical Editor

**Nataliia Istomina**, Candidate of Science (Engineering), Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University.

The journal publishes only original and peer-reviewed articles containing new results of fundamental and engineering research at educational science.

The journal is published by the decision of the Scientific Council of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (Record № from 25.09.2025).

«Engineering and Educational Technologies» since 07.11.2018 is included in the "B" group in the list of scientific professional editions of Ukraine for the results of dissertations for the scientific degrees of the Doctor of Sciences and the Doctor of Philosophy (Candidate of Sciences) in the specialty 011 Educational, Pedagogical Sciences to be published in. (Order of the Ministry of Education of Ukraine № 32 of 01.15.2018)

The journal is presented in the top research libraries of Ukraine, referred in the Vernadsky National Library of Ukraine. The journal is indexed by national database «**Ukrainika Naukova**» («Dzherelo» abstract journal), international databases: «**IndexCopernicus**», «**Polska Bibliografia Naukowa**» and «**Google Scholar**».

The journal has been published since February 2013.

## TABLE OF CONTENT

Artificial Intelligence Usage in International Law Students' Essays on Theme "Crucial Issues in International Law 2025": Beneficial and Harmful Effect Vasylyshyna, N. ....	7
The research method of empathetic interpersonal interaction in adolescence Oksanysh, I., Hryn, B. ....	17
Development of a Laboratory and Methodological Complex for Studying Digital Electronics Utsa, M., Kohdas, M. ....	30
Artificial Intelligence in The Study of Chemistry in Universities Khobotova, E., Datsenko, V. ....	42
Research into The Historical and Pedagogical Foundations of The Formation of The Educational Process Management System in Higher Education in A Retrospective Aspect Rainchuk, V., Havryk, V., Opachko, M. ....	51
List of Authors .....	61

## ЗМІСТ

Використання штучного інтелекту в есе студентів з міжнародного права на тему «Актуальні питання міжнародного права 2025»: корисні та шкідливі наслідки Василишина Н. М. ....	7
Метод дослідження емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці Оксанич І. Г., Гринь Б. С. ....	17
Розробка лабораторно-методичного комплексу з вивчення цифрової електроніки Уца М. О., Когдась М. Г. ....	30
Штучний інтелект при вивченні хімії у закладах вищої освіти Хоботова Е. Б., Даценко В. В. ....	42
Дослідження історико-педагогічних засад формування системи управління освітнім процесом у вищій школі в ретроспективному аспекті Раїнчук В. А., Гаврик В. Є., Опачко М. В. ....	51
Перелік авторів .....	61

DOI <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.01>  
UDC 004.8+004.01/.08:37.01/.09/378:341+811.11 (045)

## Artificial Intelligence Usage in International Law Students' Essays on Theme “Crucial Issues in International Law 2025”: Beneficial and Harmful Effect

Vasylyshyna, N.\*

State University “Kyiv Aviation Institute”, Kyiv, Ukraine

**Received:** 21.08.2025

**Accepted:** 22.09.2025

**Abstract.** This paper investigates the rapidly evolving domain of artificial intelligence in academic writing, analyzing the intricate relationship between technology and scholarly communication. By assessing the benefits, drawbacks, and ethical implications of utilizing AI tools in academic writing, this research illuminates the potential effects of AI on writing methodologies and the quality of academic work. The results provide a detailed understanding of the advantages of incorporating AI in academic writing, including improved efficiency, precision, and accessibility, while also addressing the challenges related to the absence of subjectivity, algorithmic bias, and excessive dependence on technology. Ethical issues associated with the use of AI in academic writing, such as plagiarism detection, data privacy, and fairness, are also examined. This study enhances the current body of literature by offering a thorough analysis of the ramifications of AI technology on academic writing practices and ethical standards, emphasizing the necessity for collaboration, education, and responsible technology application to promote academic integrity and innovation. Suggestions for future research are proposed to further investigate the influence of AI on critical thinking, establish ethical guidelines for AI utilization in academia, and assess the effectiveness of AI tools across various writing genres. This research highlights the significance of navigating the complexities of AI technology in academic writing to leverage its advantages while maintaining ethical principles and encouraging a culture of responsible technological advancement. The purpose of the article is to present the theoretical and practical grounds for revealing beneficial and harmful effect of the introduction of artificial intelligence into the educational process of shaping essay writing skills in modern Bachelor degree students. The scientific value of this research can be proved with eight essay samples on topic “Crucial Issues in International Law 2025”. The research outcomes have witnessed that despite the many benefits and drawbacks linked to AI writing tools, one thing is evident: this technology should be viewed as an additional resource to your content strategy rather than a replacement for human authors. Machines are bound to make mistakes, and it is crucial to have real writers to make those important choices – even though they too can be prone to errors.

**Key words:** academic writing, Artificial Intelligence, plagiarism, research methodology, pros and cons, technology in education, writing skills, essays, legal issues, digital literacy, English skills, personal advancement.

## Використання штучного інтелекту в есе студентів з міжнародного права на тему «Актуальні питання міжнародного права 2025»: корисні та шкідливі наслідки

Василишина Н. М.

Державний університет «Київський авіаційний інститут», Київ, Україна

**Анотація.** Ця стаття досліджує галузь, що стрімко розвивається: галузь штучного інтелекту в академічному письмі, аналізуючи складний взаємозв'язок між технологіями та науковою комунікацією. Оцінюючи переваги, недоліки та етичні наслідки використання інструментів ШІ в академічному письмі, це дослідження висвітлює потенційний вплив ШІ на методології письма та якість академічної роботи. Результати дають детальне розуміння переваг інтеграції ШІ в академічне письмо, включаючи підвищення ефективності, точності та доступності, а також вирішують проблеми, пов'язані з відсутністю суб'єктивності, алгоритмічної упередженості та надмірної залежності від технологій. Також розглядаються етичні питання, пов'язані з використанням ШІ в академічному письмі, такі як виявлення плагіату, конфіденційність даних та справедливість. Це дослідження розширює сучасний корпус літератури, пропонуючи ретельний аналіз наслідків технології ШІ для практики академічного письма та етичних стандартів, підкреслюючи необхідність співпраці, освіти та відповідального

**Corresponding Author:** Vasylyshyna Nataliia Maksymivna. E-mail: [filologyN@gmail.com](mailto:filologyN@gmail.com)  
State University “Kyiv Aviation Institute”, Metrologichna Street 6, flat 103, Kyiv, Ukraine, 03143.

**Відповідальний автор:** Василишина Наталія Максимівна. E-mail: [filologyN@gmail.com](mailto:filologyN@gmail.com)  
Державний університет «Київський авіаційний інститут», вул. Метрологічна 6, кв.103, м. Київ, Україна, 03143.

застосування технологій для сприяння академічній доброчесності та інноваціям. Запропоновано пропозиції для майбутніх досліджень для подальшого вивчення впливу ШІ на критичне мислення, встановлення етичних рекомендацій щодо використання ШІ в академічних колах та оцінки ефективності інструментів ШІ в різних жанрах письма. Це дослідження підкреслює важливість подолання складнощів технології штучного інтелекту в академічному письмі для використання її переваг, водночас дотримуючись етичних принципів та заохочуючи культуру відповідального технологічного прогресу. Мета статті полягає у викладенні теоретичних та практичних обґрунтувань для виявлення корисного та шкідливого впливу впровадження штучного інтелекту в навчальний процес формування навичок написання есе у сучасних студентів бакалаврату. Наукову цінність цього дослідження можна підтвердити вісьмома зразками есе на тему «Актуальні питання міжнародного права 2025». Результати дослідження засвідчили, що, незважаючи на численні переваги та недоліки, пов'язані з інструментами для написання текстів на основі штучного інтелекту, одне очевидне: цю технологію слід розглядати як додатковий ресурс до вашої контент-стратегії, а не як заміну авторам-людям. Машини неминуче помиляються, і вкрай важливо мати справжніх авторів, які прийматимуть цей важливий вибір, навіть якщо вони також можуть бути схильні до помилок.

**Ключові слова:** академічне письмо, штучний інтелект, плагіат, методологія дослідження, плюси та мінуси, технології в освіті, навички письма, есе, юридичні питання, цифрова грамотність, знання та вміння англійської мови, особистий розвиток.

## *I Introduction*

The emergence of artificial intelligence has transformed numerous facets of our daily existence. This transformation is evident in our interactions with brands via chatbots, the tailored algorithms on our preferred social media sites, and the assistance provided by our reliable companion, Alexa. AI has demonstrated its significance in our lives and is undoubtedly a permanent fixture.

Furthermore, numerous organizations have experienced significant changes since the advent of AI, with assertions that it can enhance productivity and reduce expenses. Nevertheless, the application of AI, particularly in the realms of education and the workplace, has ignited a vigorous debate regarding the potential for bias in content generation and copywriting. Issues raised include the potential erosion of human creativity, ethical considerations, and, most critically, the threat of displacing the human workforce with AI technologies and systems [2]. AI-generated content pertains to text produced by machines, including blogs, articles, product descriptions, and various marketing materials, which are formulated based on search queries and prompts entered into an AI tool. For instance, ChatGPT exemplifies this technology. This AI platform allows users to pose questions, issue commands, and request observations, enabling ChatGPT to provide both detailed and general responses. The function of these AI software programs is to utilize existing information found on search engines to generate original content in response to users' commands and inquiries regarding various keywords, phrases, and subjects [1]. By utilizing such systems and tools, one can produce a wide range of outputs, from comprehensive blog posts to social media captions and even cooking recipes; the results are contingent upon the user's input and directives within the AI tool.

However, it is important to note that AI systems responsible for generating AI-produced content rely on pre-existing information that is already available online, which raises concerns about the originality of the content and the potential for plagiarism. This issue is particularly relevant for university students and online learners who use AI tools to assist in completing their assignments [2].

This is not the first instance of AI integrating into the educational landscape, as Grammarly, a cloud-based writing assistant, has been extensively utilized by students since its inception in 2009. The primary function of Grammarly is to evaluate spelling, grammar, and punctuation in English texts, in addition to identifying plagiarism and proposing corrections for errors found in the writing.

In contrast, while tools like Grammarly can support and improve students' work, applications such as ChatGPT and ChatSonic, when misused, have the potential to significantly disrupt the educational framework. Thomas Lancaster, a computer scientist and authority on contract cheating at Imperial College London, notes that contemporary AI models can render a written document "incredibly tough to prove it has been written by a machine" due to the "standard of writing often being good" [1].

In this context, universities have been striving for years to counteract essay mills that provide pre-written content to "students attempting to deceive the system", with many of these essay mills now employing AI technologies. Consequently, several universities have informed the Observer that they are prepared to expel any student found utilizing such software as a means to eliminate unoriginal (and likely plagiarized) submissions.

Nevertheless, while employing AI writing to fulfill an assignment and presenting it as one's own work constitutes academic dishonesty, many contend that the judicious use of AI tools can indeed be advantageous in enhancing the educational experience. Chris Caren, CEO of the academic integrity firm Turnitin, remarked that "when leveraged skillfully, we see AI potentially being used as a learning aid and intermediary tool that may even facilitate deeper intellectual inquiry". He further emphasized, "we all need to return to fundamentals and reimagine the true purpose behind academic assessment: as a means of demonstrating knowledge acquisition."

## ***II Materials and Methods***

To generate valuable insights and make a significant contribution to the discussion surrounding AI business management in the economy, we conducted a systematic literature review employing a mixed-methods approach. To ensure replicability, transparency, and the achievement of high-quality results, this structured process includes the following steps: gathering both quantitative and qualitative data, analyzing and synthesizing the data, providing examples and case studies of the findings, and presenting discussions and conclusions.

During the article writing process, mixed-method research was utilized to obtain a comprehensive and unbiased perspective on the topic of AI utilization in Booking.com operations, as mentioned in the introductory section. By integrating qualitative and quantitative methods, this approach allows for the collection of both numerical data and narrative insights.

The methodology of the current research pertains to specific processes and approaches, including mixed-methods, quantitative, and qualitative strategies, each employing distinct techniques for data collection and analysis relevant to this business sector study [3].

Consequently, the quantitative research approach was adopted in this study, emphasizing the use of numerical data and statistical analysis to examine the relationships among the research findings obtained.

In particular, the employed methods included statistical evaluations. This is why quantitative data was sourced from various scientific journals. For example, the paper discussing AI job opportunities presented certain figures derived from the research findings of the McKinsey Global Research Institute.

Moreover, qualitative research was instrumental in the development of the article. This method significantly enriched the study by utilizing non-numerical data to investigate concepts, opinions, and experiences. The techniques applied in the article primarily involved the analysis of textual or visual data from books and business-related sources [5].

Significantly, scholarly articles such as "Artificial Intelligence and the Future of Work: Human-AI Symbiosis in Organisational Decision-Making" authored by Jarrahi M., along with "AI in Financial Markets: Opportunities and Challenges" by Laoudai O., have garnered notable attention.

Furthermore, an extensive collection of both quantitative and qualitative data regarding the firm Booking.com was compiled from a diverse array of contemporary websites during the years 2024 and 2025, including LinkedIn.com, Booking.com for Business, and Investopedia [3].

Moreover, the numerical, textual, and visual information obtained from the previously mentioned publications, websites, books, and reviews was meticulously analyzed and synthesized into overarching conclusions regarding the advantages and disadvantages of implementing AI in Booking.com's business operations, which were articulated in the article's concluding findings, six subsections, and three sections in a coherent and logical manner. In addition, a comprehensive document analysis and literature review were integral components of the quantitative and qualitative research methodology. For example, a study on documents and academic papers titled "Statista" was conducted to elucidate the role of artificial intelligence in the employment sector. Shen examines how customer experience influences corporate evaluations of artificial intelligence's effects on employment.

To analyze recorded data derived from text and images, the qualitative research methodology also incorporated content analysis, which entailed assessing the frequency of specific terms or themes within the texts. Notably, the primary quantitative research methodological instrument utilized in this article can be regarded as sampling. This sampling quantitative research methodology tool now enables the presentation of supporting evidence for the chosen article topic, "Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence Application in Effective Business Management in the Economy."

Consequently, by utilizing the online platform Booking.com as a case study, we have examined the advantages and challenges associated with the integration of artificial intelligence in sectors such as customer service, finance, and employment [10].

Furthermore, a case study methodology was adopted to explore the real-life situations encountered by the online travel agency Booking.com during its routine business activities. This methodology was selected primarily due to its ability to illustrate the impact of AI on the daily functions of Booking.com.

To comprehend the intricate issue of AI implementation in contemporary businesses within its practical context, a case study of Booking.com serves as a research method that entails a comprehensive analysis of the risks and opportunities associated with AI utilization in corporate entities, including Booking.com itself. This approach represents a qualitative research strategy that employs various data collection techniques to offer a detailed and nuanced perspective on the Booking.com scenario. The second rationale for opting for the case study method is its particular effectiveness in scrutinizing complex AI phenomena in sectors such as finance, customer service, and workplaces, where a deeper understanding is necessary beyond a superficial review.

To achieve a profound and comprehensive understanding of the topic, it is now possible to perform detailed analyses, present real-world data, and utilize diverse data sources, including scholarly papers and articles, owing to the case study of Booking.com [5].

Finally, the qualitative research approach of the case study incorporated in the current research emphasizes a thorough understanding and interpretation of both the risks and shortcomings of AI implementation in Booking.com's operations, as well as the successful experiences of AI application within those operations. The qualitative research approach of the case study incorporated in this research emphasizes a comprehensive understanding and interpretation of both the risks and failures associated with the application of AI in Booking.com's operations, as well as the successful experiences derived from such applications.

In comparison to a singular methodology, the primary advantage of employing a mixed-method research design within the applied article methodology is that it provides the necessary clarity, depth, and validation to yield precise and reliable results [10].

The article will be grounded in an extensive review of global literature regarding the potential advantages and challenges posed by AI in modern corporate operations across diverse economic sectors, including employment and finance. The case study method will be utilized to elucidate the tangible impacts of AI on business operations across various segments of the global economy, such as finance, employment, and financial operations.

*The purpose of the article* is to present the theoretical and practical grounds for revealing beneficial and harmful effect of the introduction of artificial intelligence into the educational process of shaping essay writing skills in modern Bachelor degree students. The scientific value of this research can be proved with eight essay samples on topic "Crucial Issues in International Law 2025".

### **III Results**

To test the beneficial and harmful effect of AI on students essay writing results the university learners in the frame of studied discipline "Foreign Language for Specialty" were given the topic for research "Crucial Issues in International Law 2025". Consequently, the writing task have revealed some of the best essay examples that are presented further in this part of the article.

Essay Sample #1: "In 2025, international law faces several crucial challenges that demand urgent attention and reform. The geopolitical landscape is rapidly shifting, and global cooperation is increasingly tested by ongoing conflicts, the rise of new powers, and complex transnational issues. Among the most pressing concerns are the effectiveness of multilateralism, human rights protection, and the adaptation of international law to address emerging threats such as climate change, cybercrime, and health crises. One of the key issues is the revitalization of multilateralism. The United Nations, as the cornerstone of the international legal order, has struggled to maintain its authority, particularly in the face of the war in Ukraine, the conflict in Gaza, and other regional crises. As global power dynamics shift, international institutions such as the UN, the WTO, and the WHO must evolve to address contemporary challenges. Reforming these institutions, improving their capacity to respond to crises, and ensuring their legitimacy will be vital for upholding the rules-based international order. Human rights protection remains another critical area. Despite advances in international human rights law, violations continue on a large scale, including arbitrary detentions, forced displacements, and gender-based

violence. The EU commitment to promoting human rights through sanctions and accountability mechanisms demonstrates the urgency of protecting universal rights. However, more robust international cooperation is needed to counter pushbacks against human rights, particularly in authoritarian regimes. Moreover, climate change and environmental protection require urgent legal attention. As global temperatures rise, international law must establish more effective frameworks for climate action, ensuring that the SDGs are met by 2030. The role of international law in addressing the environmental crisis is indispensable, particularly in holding states accountable for their contributions to global warming. Ultimately, 2025 presents a unique moment for the international community to rethink its legal frameworks, strengthen global cooperation, and ensure that international law remains relevant and effective in promoting peace, justice, and sustainable development.”

Essay Sample #2: “In 2025, international law stands at a pivotal juncture, tested by escalating geopolitical tensions and transformative technological advancements. These factors pose real and immediate challenges, requiring scholarly and practical reassessment of established doctrines. In my opinion, the areas demanding focused attention include territorial sovereignty, cybersecurity governance and international accountability. Territorial sovereignty remains profoundly strained by complex disputes involving hybrid warfare and explicit military aggression. Recent developments, notably Russia’s aggression against Ukraine initiated in 2022, highlight substantial gaps in international legal frameworks concerning territorial protection. For example, such cases underline the pressing need for more decisive and adaptive mechanisms capable of effectively deterring violations and reinforcing the principle of sovereign integrity. Furthermore, regulation of cyberspace has emerged as a critical contemporary challenge. Increasingly sophisticated cyberattacks targeting essential infrastructures – ranging from healthcare facilities to governmental systems – reveal inadequacies within current international legal norms. I think establishing universally accepted cybersecurity standards, alongside clear frameworks for state accountability in cyberspace, is essential to manage threats effectively and mitigate their global impact. Additionally, accountability within international law continues to face significant challenges due to selective enforcement and procedural inefficiencies. For instance, inconsistent and delayed judicial responses to violations of international humanitarian norms diminish institutional credibility and weaken compliance incentives. Strengthening impartial enforcement mechanisms is, therefore, indispensable for enhancing the authority and efficacy of international law. In conclusion, effectively addressing these core issues – territorial disputes, cybersecurity threats, and gaps in accountability – represents a defining task for international law today. Successful adaptation to these challenges will determine the discipline’s ongoing relevance and its ability to sustain global order amidst contemporary complexities.”

Essay Sample #3: “In 2025, international relations remain dynamic and unstable. Geopolitical tensions, global economic challenges, the growing role of technology, and environmental threats are shaping the future of the world order. Conflict in the world remains one of the key issues. Wars and local confrontations affect not only the security of individual regions but also global stability. The struggle for spheres of influence between major powers such as the United States, China, and Russia is intensifying. Organizations responsible for international security are forced to reconsider their role and effectiveness, as modern conflicts go beyond traditional methods of settlement. The economic issue is no less important. In 2025, the world is facing the consequences of a recession, changing trade relations, and an energy crisis. Transitioning to a green economy and reducing dependence on fossil fuels is becoming a key task for many countries. At the same time, the influence of global corporations is growing, and they are increasingly competing with states. Another challenge is the digitalization of international relations. Technological competitions, especially in artificial intelligence, cybersecurity, and space, create new opportunities but also threaten international stability. States are forced to strike a balance between technological development and data security. Finally, the environmental crisis requires global solutions. Extreme natural events, resource scarcity, and climate migration are forcing states to cooperate across political divides. The future of the world order depends on the effectiveness of international cooperation.”

Essay Sample #4: “International law continues to evolve as global challenges become more complex. In 2025, three crucial issues stand at the forefront: cyber warfare and digital sovereignty, climate justice, and the regulation of artificial intelligence (AI) in warfare. First, cyber warfare has intensified, raising questions about the applicability of traditional laws of war in cyberspace. Nations struggle to define the legal boundaries of cyberattacks, especially regarding attribution and proportional response. The lack of a universal framework leaves states vulnerable to both state-sponsored and non-state cyber threats. Second, climate justice remains a pressing concern, particularly for small island nations facing existential threats from rising sea levels. Despite

international agreements like the Paris Agreement, enforcing legal accountability for major polluters remains difficult. Developing nations demand reparations and legal responsibility for climate-induced displacement [17]. However, the absence of a binding enforcement mechanism limits the effectiveness of such claims. Finally, the integration of AI in military operations raises ethical and legal dilemmas. Autonomous weapons challenge existing humanitarian law, as their use blurs accountability and decision-making responsibility. The lack of clear international regulations risks uncontrolled AI deployment, leading to potential human rights violations. In conclusion, international law must adapt to new global realities. Addressing cyber warfare, climate justice, and AI in warfare requires urgent legal reforms and stronger global cooperation. Without decisive legal action, these issues will continue to undermine international stability.”

Essay Sample #5: “In 2025, international relations are increasingly shaped by several pressing issues that demand urgent attention. These challenges not only impact global stability but also require collaborative solutions among nations. One of the most critical issues is climate change. As extreme weather events and natural disasters become more frequent, countries must work together to implement sustainable practices and reduce greenhouse gas emissions. This collective effort is essential, as climate change poses significant threats to food security, health, and economic stability worldwide. Furthermore, geopolitical tensions related to resource scarcity, particularly water and arable land, are rising, necessitating diplomatic negotiations to prevent potential conflicts. Another crucial concern is the rise of nationalism and populism. Many nations are adopting isolationist policies, which undermine multilateral agreements and hinder global cooperation. This trend not only disrupts international trade but also complicates efforts to address transnational issues such as pandemics and terrorism. Additionally, advancements in technology, especially in artificial intelligence and cybersecurity, present both opportunities and risks. Countries must navigate these complexities while ensuring ethical standards and robust security measures are in place. In conclusion, the crucial issues of international relations in 2025 – climate change, nationalism, and technological advancements – highlight the need for collaboration among nations. By fostering dialogue and cooperation, countries can effectively address these interconnected challenges, ultimately contributing to a more stable and prosperous global community.”

Essay Sample #6: “At present, international law faces a number of global issues on which the future of humanity depends. From my perspective, in 2025 the most crucial issues include: peace and security, nuclear war and human rights violations. First and foremost, negotiations to resolve some of the world's most bitter conflicts will undoubtedly continue in 2025. The wars in Gaza, Sudan, and Ukraine, as well as the recent developments in Syria - each with serious geopolitical and humanitarian implications will remain central to the global peace and security agenda. For example, The United Nations uses a variety of mechanisms and tools to prevent conflicts, promote sustainable peace, including through diplomacy, mediation, peacebuilding, justice and the rule of law, to address growing threats to international peace and security. Secondly, with the beginning of Russia's full-scale invasion of Ukraine, the issue of nuclear war has once again risen before the whole world. Everyone who stands up for Ukraine receives nuclear bomb threats from Russia. Today we are closer than ever to the fact that leaders in nuclear policy such as the USA, Iran, China and others can start a nuclear war without regard for the safety of humanity. For instance, countries such as Pakistan and China have started new programs to manufacture various nuclear bombs and also want to test these weapons despite the Treaty Banning the use of Nuclear Weapons. While everyone is immersed in conflicts and wars, sometimes we forget how people suffer due to human rights violations. In today's world where various areas of technology are developing, women must fight for the right to life and freedom. To be precise, in their report, UN experts stated that the situation of girls and women in Afghanistan is the worst in the world. A petition was even created to protect women who are being forcibly returned to Afghanistan, stating that forced return to Afghanistan would mean mortal danger for them, as they face torture, execution or life imprisonment. In conclusion, 2025 will be a difficult year for international law, perhaps even a pivotal one in terms of war and human rights. From my point of view, without new reforms and laws, this year risks becoming symbolic rather than effective”.

Essay Sample #7: “Despite the fact that we live in the progressive time of 2025, people still have not been able to find a compromise on important geopolitical and social issues. We still have not learned to get along with each other and respect each other's borders, which is why even in modern times we have problems in international relations. Today we all clearly understood one simple thing - the great world leaders of the leading powers of the world are unable to stop the aggressor countries. They are unable to stop terrorism and bring to justice those who disrupt the world balance. Russian aggression against Ukraine began in 2014 in the East of

the country. We can look for many reasons why one country wants to destroy another country territorially and culturally, but the important thing is that it happened because international agreements could not provide adequate protection against this attack. Ukraine remained unarmed, gave up nuclear weapons in exchange for guarantees of its security and peace, but this did not happen. Then a temporary ceasefire agreement was signed, called the Minsk Agreements, but the agreement was constantly violated by the Russian side. Instead of reacting, the world waited, ignoring Russia's actions. Later, in 2022, Russia's aggression escalated into a full-scale invasion of Ukraine. Entire villages and cities were destroyed. The number of people killed is simply terrifying, but this time the international arena of the world was unable to unite against the terrorist country. The most important thing is that the fighting in Ukraine affects the security, economy and ecology of a number of other countries, but international relations have become powerless in agreements with the aggressor. Avoiding responsibility for their actions has inspired other aggressors to become active. Thus, Iran and North Korea began to cause conflicts. And the resolution of these conflicts in the international arena becomes impossible because international relations have not transformed to meet modern challenges. International organizations, conventions and agreements have ceased to function. Moreover, one of the most urgent issues is climate change. As environmental challenges intensify, nations must work together to reduce carbon emissions, address rising sea levels, and protect biodiversity. The Paris Agreement of 2015 set the stage for global cooperation, but in 2025, more aggressive and binding policies are essential for meaningful progress. In conclusion, I want to say, that while these challenges are daunting, they also provide an opportunity for nations to unite and create sustainable solutions. Cooperation and dialogue will be essential for addressing these complex problems and ensuring a peaceful and prosperous future."

Essay Sample #8: "Modern society is going through a complex and controversial stage. Unlike national law, international law lacks a central authority to enforce its rules, which makes it difficult to hold states accountable for violations. Powerful states may ignore or breach international norms if they conflict with their national interests or foreign policy objectives. A real example of such a violation remains the war in Ukraine. In my opinion, this conflict is one of the most global challenges to international law today. We are witnessing how Russia has violated absolutely all norms of humanitarian law – and not only those. One of the pressing problems confronting international law today is the uneven enforcement of its norms. Laws are often applied selectively by different states and global organizations, leading to growing skepticism about the fairness and credibility of the international legal order. For example, while certain human rights abuses draw international condemnation and sanctions, others are overlooked due to strategic or economic motives. This selective approach compromises the principle of legal equality and weakens the legitimacy of international bodies. In addition, the current legal framework struggles to adapt to the swift advancement of technology and the emergence of unconventional warfare, including cyberattacks and AI-powered military tools. Many of the existing legal instruments are outdated and ill-equipped to manage these modern risks, which allows powerful nations to exploit legal gaps. In conclusion, the modern system of international law is facing a critical moment. The lack of centralized enforcement, selective application of legal standards, technological advancements, and geopolitical conflicts – all expose its current limitations. The war in Ukraine stands as a stark reminder of how fragile international norms can be when confronted by powerful actors acting in their own interest. To maintain global peace and justice, the international community must strive to reform legal mechanisms, ensure equal application of the law, and adapt to the rapidly changing world."

#### ***IV Discussion***

The Advantages of AI in Writing:

1. Efficiency and Scalability. One of the most significant advantages of AI is its ability to rapidly create and deliver content, irrespective of the complexity of the subject matter. For instance, an AI tool can produce a complete article in mere minutes, whereas a human would require considerably more time to conduct the necessary research, compose the article, and subsequently review it for spelling or grammatical errors.

Given the rapid pace at which AI-generated content is produced, this technology can be extremely advantageous for marketers aiming to address a backlog of content for an updated marketing strategy or social media content calendar. This efficiency enables them to concentrate on more strategic elements of their roles, such as predicting marketing trends and analyzing performance metrics [19].

Additionally, AI possesses the capability to localize language for various geographical regions, facilitating the creation of tailored content for different websites, each targeting distinct markets and audiences.

2. Cost-effectiveness. When it comes to hiring or contracting skilled content writers, the costs can be quite high, with some professionals charging hundreds of pounds for a single project, depending on the length, volume, and expertise required for the content.

Conversely, numerous AI writing tools are available for free, while others may charge just under £100 for an annual subscription, representing a significant cost reduction compared to human writers.

Nevertheless, for those seeking authority and expertise, investing in human work is undoubtedly worthwhile, as it ensures high-quality and thoroughly researched content. However, for smaller businesses and startups in need of quicker and simpler content creation, AI-generated content may be more appropriate and an excellent starting point for content development, particularly when considering the low subscription costs [14].

3. Enhances SEO. As we are aware, AI content tools analyze numerous online articles, websites, and documents to gather information based on your input. Indeed, when reviewing such content, AI possesses the distinct ability to recognize and recommend keywords to the content creator that could enhance search engine optimization (SEO), which is arguably one of the software's most significant advantages.

This capability can greatly benefit a content writer's efforts, particularly if they are uncertain about how to organize their content or how to effectively incorporate the suggested keywords into their writing.

By utilizing AI systems like Byword for search queries, examples of optimized keyword clusters are produced, which the content writer can then integrate throughout their article to achieve higher rankings in search results. It is crucial to understand that this is only feasible, and advantageous, when the remaining suggested guidelines are adhered to, which stipulate that the copy must be authoritative and composed by a human.

4. Alleviates Writer's Block. Writer's block is a prevalent challenge that many content creators and students encounter when attempting to initiate their writing or organize it effectively. With the ongoing pressure to consistently produce engaging and original content, it can be particularly intimidating when facing a deadline and needing to write about a subject in which you have limited knowledge [14].

AI systems such as HubSpot's AI Content Writer can create comprehensive outlines and key points that you can incorporate into your essay or article, allowing you to bypass the brainstorming phase and move directly to the writing stage. Let's be honest, who wouldn't appreciate that? Even if you are using AI for inspiration rather than to compose the article, you are already significantly ahead in the process.

The Disadvantages of AI in Writing:

1. Concerns Regarding Quality and Plagiarism. In the realm of content creation, topics often encompass clear-cut aspects, which AI tools can address; however, the nuanced, subjective grey areas are frequently overlooked when AI is utilized.

As AI aggregates information from a multitude of pre-existing online sources to generate the requested content, users may not realize that failing to properly cite these sources poses significant legal risks. An original author may initiate a plagiarism lawsuit if their work closely resembles the AI-generated content without appropriate attribution for the utilized information [18].

Alternatively, if you opt to employ AI for the creation of an entire content piece, it is crucial to meticulously review the output prior to publication, rephrasing as needed and ensuring a coherent flow that connects the various elements drawn by the AI tool, thereby rendering the content both informative and authoritative. Additionally, some of the information utilized may originate from unverified sources.

2. Risk of Content Devaluation Due to Algorithms. In the previous year, Google introduced its 'helpful content update' aimed at ensuring that original content "crafted by individuals, for individuals" receives higher rankings in search results compared to AI-generated material. Given that AI content tools emphasize keywords and assess SEO outcomes above all else, often lacking a comprehensive understanding of the text, the results may ultimately fail to provide valuable information to the reader.

Consequently, the 'helpful content update' indicates that search engine crawlers prioritize human-created content for ranking purposes, which collectively fosters a more cohesive and beneficial SEO strategy. As a result, this update seems to penalize AI-generated content, which is typically laden with SEO, by relegating it to lower rankings than intended [18].

Thus, to mitigate this issue, consider utilizing AI tools to augment your own creativity by employing grammar-checking and content idea generation techniques.

3. Lack of Creativity. It goes without saying that AI systems lack something that only humans can apply to content and writing and that is emotional intelligence. Emotional intelligence refers to the ability to recognize, interpret and describe how people feel. AI systems are not yet as sophisticated to be able to do that and the content they generate focuses on adding facts to the content outline.

Joe Matsushima, co-founder of branding design and photography studio Denizen Co. and the brain behind the viral social media video series ‘Tiny Hamster Eats Tiny Burrito’ stated that people typically share something on social media which they feel a connection to as an individual, explaining that “people want to share with others how they perceive the world and reflect their tastes and how they define themselves”.

Since AI relies on existing information to generate content, it doesn’t understand the user’s intent behind the queries and lacks human behavior, therefore the content is far less engaging than that created by humans.

4. Human Vetting is Still Required. Although AI tools are great for saving time when it comes to writing, it’s imperative that the content is proofread and edited before being published. That’s because AI’s lack of awareness omits offensive and inaccurate information being pulled through.

Likewise, AI tools also aren’t able to understand the meaning of adjectives, so when it comes to product descriptions for example there may be mistakes that need editing.

All in all, AI can be very beneficial for writing when used ethically, helping with content ideas, structuring content and even editing for any errors. However, since AI tools are a relatively new concept, it’s important to remember that the information they provide can be inaccurate with no real structure or high level of engagement, therefore, the content ultimately loses authority [11].

So instead of relying on AI tools to create the content for you, use it as inspiration and a way to enhance your own writing. And let’s be honest, your writing’s probably much more engaging and refined than that of any AI system.

## **V Conclusion**

The integration of AI in academic writing introduces a variety of advantages and obstacles that educators, students, and researchers must thoughtfully evaluate. AI tools enhance writing efficiency, improve accuracy, save time, provide personalized feedback, and increase accessibility. Nonetheless, challenges and limitations, such as the absence of subjectivity, algorithmic bias, excessive dependence on technology, lack of creativity, ethical dilemmas, and technical constraints, need to be addressed to ensure the responsible and effective application of AI technology in academic writing.

Ethical issues related to the use of AI in academic writing, including plagiarism detection, data privacy, bias and fairness, transparency and accountability, education and training, as well as collaboration and feedback, are essential for maintaining academic integrity and fostering a culture of responsible technology utilization. By recognizing and navigating these ethical issues, stakeholders can leverage the advantages of AI tools while encouraging ethical writing practices and innovation in academic research.

This study adds to the existing body of literature by thoroughly examining the benefits and drawbacks of utilizing AI in academic writing. It underscores the significance of comprehending the implications of AI technology on academic writing processes, ethical considerations, and the necessity for collaboration and education to encourage the responsible use of AI tools. However, this study is not without its limitations. Future research directions may investigate the long-term effects of AI on critical thinking and creativity in academic writing, formulate guidelines for ethical AI usage in academic environments, and assess the effectiveness of AI tools in supporting various writing genres and disciplines.

Although there are numerous advantages and disadvantages associated with AI writing tools, one fact remains clear: this technology ought to be regarded as a supplementary aid to your content strategy instead of a substitute for human writers. Machines will inevitably commit errors, and it is essential to have actual writers to make those critical decisions – even if they are also susceptible to making mistakes.

## **References**

1. Alavi, M. & Westerman, G. (2023). How Generative AI Will Transform Knowledge Work. Harvard Business Review. URL: <https://hbr.org/2023/11/how-generative-ai-will-transform-knowledge-work> (accessed date 20.06.2025).
2. Akcil, U., Uzunboylu, H. & Kinik, E. (2021) Integration of Technology to Learning-Teaching Processes and Google Workspace Tools: A Literature Review. Sustainability 2021, 13(9), 5018. doi: <https://doi.org/10.3390/su13095018>

3. Bannan-Ritland, B. (2023). The role of design in research: The integrative learning design framework. *Educational Researcher*, 32(1), 21-24. doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X032001021>
4. Copeland, J. (2023). *Artificial intelligence: A philosophical introduction*. John Wiley & Sons. 235 p.
5. Castellino, J. (2024). *International Law and the Reconceptualization of Territorial Boundaries: In Pursuit of Perpetual Peace*. Taylor & Francis. 228 p.
6. Tzouvala, N. (2025). International law as a discipline in crisis. *Australian Journal of International Affairs*, 79(1), 71-78. doi: <https://doi.org/10.1080/10357718.2024.2416253>
7. Edmett, A., Ichaporia, N., Crompton, H., & Crichton, R. (2024). *Artificial intelligence and English language teaching: Preparing for the future (Second edition)*. British Council. doi: <https://doi.org/10.57884/78ea-3c69>
8. Fareed, G. & Wallace, G. (2025). *International Law and OECD Guidelines: Evolving Standards in Data Security*. 29 p.
9. (2024). *Future-Proofing Careers: Essential Skills for the Digital Age* URL: <https://www.learnerbubble.com/future-proofing-careers-essential-skills-for-the-digital-age> (accessed date 20.06.2025).
10. Horvitz, E. (2022). *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Reflections and Framing*. 145 p.
11. Ignacio, A. (2023). Innovation and international business: A systematic literature review. *Heliyon*, 9(1), e12956. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12956>
12. Jarrahi, M. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577-586. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007>
13. Marnewick, C. & Marnewick, A. (2021). Digital intelligence: A must-have for project managers. *Project Leadership and Society*, 2, 100026. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plas.2021.100026>
14. Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
15. MacKinnon, G., Greene, K., Rawn, E., Cressey, J. & He, W. (2017). Employing STEM Curriculum in an ESL Classroom: A Chinese Case Study. *K-12 STEM Education*, 3(1), 143-155.
16. Naik, P. (2021). Importance of Artificial Intelligence with their wider application and Technologies in Present Trends. 154 p.
17. Rajamani, L. (2024). *Climate Justice and International Law: Legal Pathways for Equity*. Cambridge University Press. 319 p.
18. Shankar, S. (2021). *Advance applications of Artificial Intelligence Technologies in various Business Processes*. 85 p.
19. (2022). *What are digital skills?* URL: <https://digitalskills.unlv.edu/digital-marketing/what-are-digital-skills> (accessed date 20.06.2025).



**Василишина Наталія Максимівна.**

Док. пед. н., професор, професор кафедри іноземних мов та перекладу,  
Державний університет «Київський авіаційний інститут»,  
вул. Метрологічна 6, кв.103, м. Київ, Україна, 03143.  
E-mail: [filologyN@gmail.com](mailto:filologyN@gmail.com)

**Vasylyshyna Nataliia Maksymivna.**

D.Sc. in Pedagogics, Professor, Professor of the Foreign Languages and Translation Department,  
State University "Kyiv Aviation Institute",  
Metrologichna Street 6, flat 103, Kyiv, Ukraine, 03143.  
E-mail: [filologyN@gmail.com](mailto:filologyN@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0003-9998>

Researcher ID/Publons: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/67164>

**Citation (APA):**

Vasylyshyna, N. (2025). Artificial Intelligence Usage in International Law Students' Essays on Theme "Crucial Issues in International Law 2025": Beneficial and Harmful Effect. *Engineering and Educational Technologies*, 13 (3), 7–16. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.01>

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):**

Василишина Н. М. Використання штучного інтелекту в есе студентів з міжнародного права на тему «Актуальні питання міжнародного права 2025»: корисні та шкідливі наслідки / Інженерні та освітні технології. 2025. Т. 13. № 3. С. 7–16. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.01>

**Обсяг статті:** сторінок – 10 ; умовних друк. аркушів – 1,448.

DOI <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.02>  
UDC 004.9+159.922:159.923:37.032.3

## The research method of empathetic interpersonal interaction in adolescence

Oksanysh, I.\*, Hryn, B.

Received: 02.09.2025

Accepted: 22.09.2025

**Abstract.** The article presents a theoretical and empirical study of empathetic interpersonal interaction in adolescence based on an interdisciplinary approach that integrates psychological analysis and mathematical modeling. The relevance of the study is determined by the increasing role of empathy as a key factor of effective social interaction under conditions of rapid social change and digitalization of the educational environment. The purpose of the research is to develop and empirically validate a tuple-based model of empathetic interpersonal interaction in adolescence and to formalize the procedures for its assessment. Empathetic interaction is conceptualized as a multidimensional integrative structure comprising cognitive, affective, behavioral, reflective, and motivational–value components. The proposed model is represented as a tuple, each element of which is operationalized through a system of measurable indicators. The empirical study employed a questionnaire based on a five-point Likert scale, descriptive statistics, correlation analysis, factor analysis, and Student's t-test. The study sample consisted of adolescents aged 15–21 years. The results confirmed the five-factor structure of empathetic interpersonal interaction and demonstrated its construct validity. Statistically significant differences in interpersonal interaction strategies were identified depending on the level of empathy development. In addition, unified algorithms for data normalization, weighting, and aggregation were developed, enabling the transition from qualitative psychological assessment to formalized computational procedures. These algorithms provide a methodological foundation for the automation of empathy assessment within digital diagnostic systems. The practical significance of the research lies in the possibility of applying the proposed mathematical models in the design of information systems for psychological diagnostics, monitoring, and the development of intervention programs aimed at enhancing empathetic competencies among adolescents.

**Key words:** empathy, diagnostics, interpersonal interaction, adolescence, psychology, tuple model.

## Метод дослідження емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці

Оксанич І. Г., Гринь Б. С.

**Анотація.** У статті здійснено теоретико-емпіричне дослідження феномену емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці з позицій міждисциплінарного підходу, що поєднує психологічний аналіз та математичне моделювання. Актуальність роботи зумовлена зростанням ролі емпатії як ключового чинника ефективної соціальної взаємодії в умовах динамічних змін соціального середовища та цифровізації освітнього простору. Метою дослідження є розробка та емпірична верифікація коротежної моделі емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці з подальшою формалізацією процесів її оцінювання. Емпатійна взаємодія розглядається як багатовимірна інтегративна структура, що включає когнітивний, афективний, поведінковий, рефлексивний та мотиваційно-ціннісний компоненти. Запропонована модель подана у вигляді кортежу, кожен елемент якого операціоналізовано через систему кількісних індикаторів. У межах емпіричного дослідження застосовано опитувальник на основі п'ятибальної шкали Лайкерта, методи описової статистики, кореляційний аналіз, факторний аналіз та t-критерій Стюдента. Дослідження проведено на вибірці юнаків і дівчат віком 15–21 років. Отримані результати підтвердили п'ятифакторну структуру емпатійної міжособистісної взаємодії та її конструктну валідність. Виявлено статистично значущі відмінності у стратегіях міжособистісної взаємодії залежно від рівня розвитку емпатії. Розроблено уніфіковані алгоритми нормалізації, зважування та агрегації психодіагностичних даних, що створює підґрунтя для автоматизації процесу оцінювання емпатії. Практична значущість роботи полягає у можливості використання запропонованих моделей для розробки інформаційних систем психодіагностики та корекційно-розвивальних програм.

**Ключові слова:** емпатія, діагностика, міжособистісна взаємодія, юнацький вік, психологія, кортежна модель.

\*

**Corresponding Author:** Oksanych Iryna Hryhorivna. E-mail: oksirena2017@gmail.com  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University,  
vul. Universytetska, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600.

**Відповідальний автор:** Оксанич Ірина Григорівна. E-mail: oksirena2017@gmail.com  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,  
вул. Університетська, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.

## I Вступ

Аналіз сучасного стану проблеми розвитку міжособистісної взаємодії у підлітковому та юнацькому віці вимагає звернення до актуальних емпіричних даних, отриманих у ході соціологічних та соціально-психологічних досліджень останніх років. Емпірична картина цього вікового періоду характеризується високою динамічністю соціальних зв'язків та кардинальною перебудовою ієрархії спілкування. Для розуміння специфіки вибірки, на якій проводиться наше дослідження, необхідно проаналізувати загальні статистичні тенденції, що відображають спрямованість соціальної активності сучасної молоді. Фундаментальною характеристикою, що емпірично підтверджується у більшості досліджень, є зміна вектора соціальної референтності. Підлітковий вік є періодом, коли сім'я поступово втрачає монополію на задоволення потреб у спілкуванні та емоційній підтримці, поступаючись місцем групі однолітків. Цей процес, відомий як реакція емансипації, має чітке кількісне вираження. За узагальненими даними спостережень, час, який підліток проводить у спілкуванні з батьками, скорочується в середньому на 40–50% порівняно з молодшим шкільним віком, тоді як час взаємодії з друзями зростає пропорційно [10].

Однак, більш показовим індикатором є не просто час, а рівень довіри та готовності до саморозкриття (інтимності) з різними категоріями партнерів по взаємодії. Саме цей показник демонструє, хто є реальним "значущим іншим" для особистості на різних етапах онтогенезу. Також емпіричні дані дозволяють виділити специфічні мотиви вступу у взаємодію, які домінують у сучасних підлітків.

Наявна стійка тенденція до "горизонталізації" взаємодії у старшому підлітковому віці. Пікові показники орієнтації на однолітків (62 %) свідчать про те, що саме в цьому середовищі відбуваються основні процеси соціального порівняння та ідентифікації. Для нашого дослідження це є принциповим моментом, оскільки він вказує на те, що діагностика рівня емпатії повинна здійснюватися насамперед у контексті стосунків "рівний – рівному". Емпатія до батьків у цей період може тимчасово блокуватися захисними механізмами сепарації, тому низькі показники емпатії у взаємодії з дорослими не завжди свідчать про загальну нездатність підлітка до співпереживання.

За результатами факторного аналізу мотиваційної сфери спілкування, провідне місце посідає афіліативна мотивація – прагнення бути прийнятим групою, страх відторгнення та самотності. У середньому 65–70 % підлітків вказують на "належність до компанії" як на критично важливу цінність. Другим за значущістю фактором є потреба в індивідуалізації – бажанні виділитися, отримати визнання своїх унікальних якостей [9].

Взаємодія, побудована на зіткненні цих двох мотивів ("бути як усі" та "бути особливим"), створює високе емоційне напруження. Статистика звернень до шкільних психологічних служб показує, що близько 80 % запитів у цьому віці стосуються саме проблем міжособистісної взаємодії (конфлікти з друзями, булінг, нерозділене кохання, самотність у групі). Це підтверджує тезу про те, що сфера комунікації є найбільш "гарячою точкою" психічного розвитку в даному віці, а дефіцит навичок конструктивної взаємодії (зокрема, емпатії) призводить до значних порушень соціальної адаптації.

Окремий масив емпіричних даних стосується динаміки формування дружніх пар. Якщо на початку підліткового віку (11–12 років) дружба часто носить екстенсивний характер (великі компанії, часта зміна приятелів), то до 16–17 років спостерігається перехід до інтенсивної взаємодії. Зростає вибіркковість контактів, зменшується кількість людей у близькому колі (в середньому до 2-3 близьких друзів), але різко зростають вимоги до якості взаємодії – очікування розуміння, вірності та емпатійного відгуку [11].

Саме в цей період кореляція між рівнем емпатії та задоволеністю стосунками стає статистично значущою (60-70 %), що свідчить про те, що емпатія стає основним інструментом утримання та поглиблення соціальних зв'язків.

Наступним принциповим аспектом емпіричного аналізу міжособистісної взаємодії є врахування фактору статі. Численні психологічні дослідження переконливо доводять, що процес соціалізації та засвоєння комунікативних патернів у хлопців та дівчат має суттєві відмінності, які зберігаються і в період дорослості. Ці відмінності стосуються не стільки частоти контактів, скільки їхньої якісної структури та функціональної спрямованості [11, 12].

Статистичні дані свідчать про те, що дівчата підліткового та юнацького віку демонструють достовірно вищі показники за шкалами афективної емпатії та вербальної експресії. Їхня взаємодія частіше будується за діадичним принципом (спілкування в парах "подруга-подруга"), де центральне місце

посідає обмін емоційними переживаннями, саморозкриття та обговорення нюансів стосунків. Для хлопців характерною є орієнтація на екстенсивні групові контакти (належність до великої компанії, команди). Їхня взаємодія переважно опосередкована спільною діяльністю (спорт, комп'ютерні ігри, хобі), де емоційний обмін відбувається у формі дієвої солідарності, а не прямих вербальних зізнань.

Ще одним важливим блоком емпіричних даних є статистика вибору стратегій поведінки у конфліктних ситуаціях (за моделлю Томаса-Кілмана). Підлітковий та юнацький вік характеризується високою конфліктністю [14], зумовленою дисбалансом між сильними афективними імпульсами та ще недостатньо сформованими навичками когнітивної саморегуляції. Результати масових опитувань школярів дозволяють виявити тривожну тенденцію у розподілі стратегій вирішення конфліктів.

Статистично домінуючими стратегіями у цій віковій групі є суперництво (конкуренція) – близько 35–40% респондентів, та уникнення (ігнорування) – 30–35% [14].

Натомість, стратегія співпраці, яка є найбільш конструктивною та базується на високому рівні як когнітивної, так і афективної емпатії, зустрічається найрідше – лише у 10–15% респондентів. Стратегія компромісу займає проміжне положення (близько 15-20%).

Суттєвою особливістю сучасної емпіричної картини міжособистісної взаємодії є її тотальна цифровізація. Згідно з даними соціологічних моніторинрів, сучасні підлітки та юнаки проводять у цифровому комунікативному просторі від 6 до 9 годин на добу. Це призводить до формування феномену «гібридної взаємодії», де межі між онлайн- та офлайн-спілкуванням стираються. Проте, з психологічної точки зору, ці два типи взаємодії мають кардинально відмінні механізми функціонування, що безпосередньо впливає на прояви емпатії.

Аналіз дозволяє виявити ключову проблему: домінування цифрової комунікації призводить до атрофії навичок зчитування невербальних сигналів. Емодзі та стікери, які використовуються як сурогат емоцій, є стандартизованими знаками, що не передають тонких нюансів переживань реальної людини. Емпіричні дослідження фіксують тривожну тенденцію: підлітки, які віддають перевагу онлайн-спілкуванню, демонструють статистично нижчі показники афективної емпатії в реальному житті, хоча їхня когнітивна емпатія може залишатися на високому рівні. Це явище отримало назву «цифровий аутизм» або зниження соціального інтелекту внаслідок екранної ізоляції.

Окрім того, цифровізація породжує специфічні бар'єри взаємодії, такі як фаббінг (phubbing) – звичка відволікатися на гаджет під час розмови з реальною людиною. Статистика показує, що близько 45% конфліктів у підліткових дружніх парах виникають саме через відчуття неухважності партнера, викликане гаджетами.

*Метою даної роботи є дослідження емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці шляхом розробки математичних методів, моделей.*

## **II Матеріал і методи дослідження**

У юнацькому віці формується стійка структура емпатії, посилюється рефлексивний та мотиваційний компоненти і емпатійна взаємодія стає засобом самоствердження та соціальної ідентифікації [15]. У юнацькому віці емпатійна міжособистісна взаємодія має специфічні риси: інтенсивний розвиток самосвідомості, формування ідентичності, зростання значущості референтної групи та партнерських стосунків. Опишемо модель емпатійної міжособистісної взаємодії у вигляді короткої моделі. Емпатійна міжособистісна взаємодія в емпіричному дослідженні операціоналізується через п'ять структурних компонентів, кожен з яких представлений системою індикаторів, що піддаються кількісному вимірюванню:

1. Когнітивний компонент – здатність до розуміння емоційних станів іншої людини, прийняття її перспективи та інтерпретації соціальних сигналів;

2. Афективний компонент – емоційне співпереживання, чутливість до переживань іншого, емоційний резонанс;

3. Поведінковий компонент – прояви емпатії у формі підтримки, допомоги, альтруїстичної та конструктивної комунікативної поведінки;

4. Рефлексивний компонент – усвідомлення власних емоцій і дій, аналіз їх впливу на інших, здатність до саморегуляції;

5. Мотиваційно-ціннісний компонент – гуманістична спрямованість особистості, цінність міжособистісних стосунків, просоціальна мотивація.

Кортеж емпатійної міжособистісної взаємодії можна подати так:

$$E = \langle C, A, B, R, M \rangle, \quad (1)$$

де C (Cognitive) – когнітивний компонент; A (Affective) – афективний компонент; B (Behavioral) – поведінковий компонент; R (Reflective) – рефлексивний компонент; M (Motivational-value) – мотиваційно-ціннісний компонент.

Когнітивний компонент (C) характеризує здатність юнака розуміти емоційні стани іншого; приймати перспективу співрозмовника; інтерпретувати невербальні сигнали:

$$C = \langle I, D, P \rangle, \quad (2)$$

де I – соціальний інтелект; D – децентрація; P – емпатійне розуміння.

Афективний компонент (A) відображає емоційне співпереживання емоційний резонанс; співчуття; емоційна чутливість до іншого:

$$A = \langle T, S, Z \rangle, \quad (3)$$

де T – емпатійна тривога; S – співчуття; Z – емоційна залученість.

Поведінковий компонент (B) виявляється у конкретних формах взаємодії підтримка; допомога; альтруїстичні дії; конструктивна комунікація:

$$B = \langle V, K \rangle, \quad (4)$$

де V – частота емпатійних вчинків, K – комунікативна адекватність.

Рефлексивний компонент (R) забезпечує усвідомлення власних і чужих переживань самоаналіз; усвідомлення впливу власних дій на інших; корекція поведінки:

$$R = \langle H, U, W \rangle, \quad (5)$$

де H – рівень рефлексії; U – саморегуляція; W – відповідальність у взаємодії.

Мотиваційно-ціннісний компонент (M) визначає внутрішні підстави емпатійної поведінки гуманістичні цінності; спрямованість на співпрацю; потреба у значущих міжособистісних стосунках:

$$M = \langle Y, L \rangle, \quad (6)$$

де Y – ціннісні орієнтації; L – просоціальна мотивація.

Кортежна модель може бути використана для:

- психодіагностики рівня емпатійної взаємодії;
- побудови корекційно-розвивальних програм;
- аналізу міжособистісних відносин в учнівських групах;
- емпіричних досліджень у віковій та педагогічній психології.

У межах системного підходу емпатійна взаємодія трактується як інтегративна структура, складові якої перебувають у взаємозв'язку та взаємозумовленості. Теоретичною моделлю дослідження виступає кортежна модель емпатійної міжособистісної взаємодії, відповідно до якої емпатія розглядається як упорядкований набір компонентів: когнітивного, афективного, поведінкового, рефлексивного та мотиваційно-ціннісного [16]. Кожен компонент представлений набором індикаторів; шкалою самооцінювання; кількісними показниками для статистичного аналізу.

Метод оцінювання полягає в наступному.

*Етап 1. Вивчення емпатійної міжособистісної взаємодії.*

Для емпіричного вивчення емпатійної міжособистісної взаємодії використано опитувальник, що містить п'ять шкал, кожна з яких відповідає окремому компоненту емпатійної взаємодії.

Кожна шкала представлена 6–8 твердженнями, що оцінюються респондентами за п'ятибальною шкалою Лайкерта (від «повністю не згоден(на)» до «повністю згоден(на)»). Кількісні показники за шкалами визначаються шляхом підсумовування балів за відповідними твердженнями.

Для всіх тверджень використовується 5-бальна шкала Лайкерта: 1 – повністю не згоден(на); 2 – скоріше не згоден(на); 3 – важко відповісти; 4 – скоріше згоден(на); 5 – повністю згоден(на).

Емпіричне дослідження проводиться у груповій формі в умовах освітнього середовища. Учасникам надається інструкція щодо заповнення опитувальника, забезпечується добровільність участі та анонімність відповідей (табл. 2). Час виконання становить у середньому 20–25 хвилин.

*Етап 2. Статистична обробка отриманих даних*

Для статистичної обробки отриманих даних застосовуються методи описової статистики (середні значення, стандартне відхилення), аналіз внутрішньої узгодженості шкал (коефіцієнт  $\alpha$  Кронбаха), кореляційний аналіз для виявлення взаємозв'язків між компонентами емпатійної взаємодії, а також факторний аналіз з метою перевірки структурної валідності запропонованої моделі.

Для порівняння показників у різних групах респондентів використовувалися параметричні методи статистичного аналізу (t-критерій Стьюдента, критерій Пірсона, дисперсійний аналіз).

*Етап 3. Обчислення інтегрального показника рівня емпатійної міжособистісної взаємодії.*

Інтегральний показник рівня емпатійної міжособистісної взаємодії обчислюється як сума балів за всіма п'ятьма шкалами. Загальний рівень емпатійної міжособистісної взаємодії визначається як:

$$E_t = C + A + B + R + M \quad (7)$$

На основі інтегрального показника та результатів за окремими шкалами виокремлюється три рівні сформованості емпатійної міжособистісної взаємодії: низький, середній та високий. Межі рівнів визначаються за відсотковим співвідношенням до максимально можливого балу: низький – до 33% від max; середній – 34–66%; високий – 67–100%.

Табл. 2. Приклади тверджень опитувальника

Компонент	Питання	Сума балів
Когнітивний компонент (С)	Я легко розумію, що відчуває інша людина, навіть якщо вона про це не говорить. У спілкуванні намагаюся подивитися на ситуацію очима співрозмовника. Можу за інтонацією або жестами зрозуміти емоційний стан людини.	за 6 або 8 тверджень 6–30 (або 8–40)
Афективний компонент (А)	Коли інша людина засмучена, я відчуваю це майже фізично. Мене глибоко зачіпають переживання близьких людей. Я швидко емоційно відгукуюся на проблеми інших.	за 6 або 8 тверджень 6–30 (або 8–40)
Поведінковий компонент (В)	Якщо бачу, що людині важко, намагаюся їй допомогти. Я підтримую друзів не лише словами, а й діями. У конфліктних ситуаціях прагну знайти рішення, яке враховує почуття всіх.	за 6 або 8 тверджень 6–30 (або 8–40). Можливе додаткове спостереження або експертна оцінка
Рефлексивний компонент (R)	Я замислююся над тим, як мої слова впливають на інших. Після спілкування аналізую, чи не образив(ла) я когось. Можу змінити свою поведінку, якщо розумію, що вона шкодить іншим.	за 6 або 8 тверджень 6–30 (або 8–40)
Мотиваційно-ціннісний компонент (М)	Для мене важливо бути корисним(ною) іншим людям. Я ціную щирі та довірливі стосунки. Взаєморозуміння між людьми є однією з головних життєвих цінностей.	за 6 або 8 тверджень 6–30 (або 8–40)

Емпіричне дослідження репрезентації феноменів емпатії та міжособистісної взаємодії передбачало не лише опис наявних рівнів, але й виявлення глибинних статистичних закономірностей, що детермінують поведінку особистості. Для реалізації цього завдання нами було застосовано диференційований підхід, що базується на порівняльному аналізі полярних груп респондентів [17, 18].

На першому етапі аналітичної роботи вся вибірка була розподілена на три підгрупи за критерієм інтегрального рівня розвитку емпатії: група з високим рівнем емпатії (ВЕ), група з середнім рівнем (СЕ) та група з низьким рівнем (НЕ). Основною гіпотезою цього етапу було припущення про те, що представники цих груп демонструють кардинально відмінні стилі та стратегії міжособистісної взаємодії, і ці відмінності є статистично значущими.

Для перевірки гіпотези було використано параметричний t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок. Цей метод дозволяє математично підтвердити, що розбіжності у поведінці не є випадковими.

Розрахунок емпіричного значення критерію здійснювався за наступною формулою:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}} \quad (8)$$

де  $M_1, M_2$  – середні арифметичні значення порівнюваних груп;  $\sigma_1, \sigma_2$  – стандартні відхилення у групах;  $N_1, N_2$  – обсяги порівнюваних вибірок.

Ми порівнювали показники стратегій взаємодії (Співпраця, Суперництво, Уникнення) попарно між групами:

- «Висока–Середня емпатія» (BE–CE);
- «Висока–Низька емпатія» (BE–HE);
- «Середня–Низька емпатія» (CE–HE).

Результати розрахунку емпіричних значень t-критерію представлені у таблиці 3.

Табл. 3. Емпіричні значення t-критерію Стьюдента для показників стратегій взаємодії в групах з різним рівнем емпатії

Стратегія взаємодії	Порівнювані групи	Загальна вибірка	Хлопці	Дівчата
Співпраця	BE–CE	–	–	–
	BE–HE	3,95**	3,31**	4,38**
	CE–HE	–	–	–
Суперництво	BE–CE	–	–	–
	BE–HE	3,88**	–	–
	CE–HE	2,32*	–	–
Уникнення	BE–CE	–	–	–
	BE–HE	2,22*	–	–
	CE–HE	–	–	–

Детальний аналіз отриманої матриці значень дозволяє виявити чіткі закономірності репрезентації взаємодії залежно від рівня емпатії:

1. Закономірність детермінації співпраці. Найбільш виражені статистично значущі відмінності (на рівні  $p \leq 0,01$ ) зафіксовані при порівнянні полярних груп «BE–HE» за шкалою «Співпраця». Значення t-критерію (3,95 для загальної вибірки) свідчить про те, що підлітки з високим рівнем емпатії гарантовано частіше обирають кооперативні форми поведінки, ніж їхні ровесники з низькою емпатією. Це емпірично доводить, що здатність до співпраці не є випадковою рисою характеру, а є прямим наслідком розвинутої системи емпатійної регуляції. Цікаво, що ця закономірність є більш стійкою у дівчат ( $t=4,38$ ), ніж у хлопців ( $t=3,31$ ), що вказує на гендерну специфіку механізмів соціалізації.

2. Закономірність афективного блокування суперництва. Аналіз блоку «Суперництво» демонструє дзеркальну тенденцію. При переході від низької до високої емпатії спостерігається достовірне зниження показників конкурентності ( $t=3,88$  для пари BE–HE). Це підтверджує, що емпатія діє як гальмівний механізм для агресивних імпульсів. Важливим є те, що значущі відмінності знайдені навіть між групами середньої та низької емпатії (CE–HE,  $t=2,32$ ), що свідчить про те, що навіть мінімальний рівень співпереживання вже здатен суттєво знизити градус конфліктності у взаємодії.

3. Специфіка репрезентації уникнення. Найменш однозначні результати отримано за шкалою «Уникнення». Достовірні відмінності ( $t=2,22$ ) знайдено лише між полярними групами (BE–HE), тоді як різниця між високим та середнім рівнем (BE–CE) є статистично незначущою. Це вказує на те, що механізм вибору стратегії уникнення є складним і нелінійним: його можуть обирати як високоемпатійні особи (щоб не травмувати іншого), так і низькоемпатійні (через байдужість). Відповідно, сама лише емпатія не є єдиним предиктором дистанціювання у спілкуванні.

Таким чином, використання t-критерію Стьюдента дозволило виявити, що перехід на кожен вищий щабель розвитку емпатії супроводжується якісною перебудовою структури міжособистісної взаємодії: від егоцентрично-конкурентної (при низькому рівні) до діалогічно-кооперативної (при високому рівні).

З огляду на міждисциплінарний характер роботи, організація дослідження мала специфічну структуру. Головною метою цього етапу було не лише отримання психологічних даних, але й математична формалізація процесів оцінювання емпатії та взаємодії для їх подальшої алгоритмізації у створюваному програмному продукті.

Логіка дослідження передбачала реалізацію наступних етапів:

1. Аналітико-пошуковий етап. Аналіз предметної області (психологічних моделей емпатії), вибір найбільш формалізованих методик, придатних для автоматизованої обробки даних. Визначення вхідних та вихідних параметрів майбутньої інформаційної системи.

2. Етап збору та моделювання даних. Формування масиву тестових даних (dataset). Оскільки розроблювана система перебуває на стадії проектування, для перевірки коректності роботи алгоритмів було використано набір даних, отриманий шляхом пілотного тестування респондентів. Це дозволило протестувати логіку обчислень перед програмною реалізацією.

3. Етап алгоритмізації. Розробка математичних моделей та логічних схем для обробки результатів тестування. Визначення правил інтерпретації, які будуть закладені в аналітичний модуль програми (backend).

Для верифікації (перевірки) роботи розроблених алгоритмів та калібрування системи оцінювання було сформовано тестову вибірку даних. Обсяг масиву даних склав N записів (респондентів), стратифікованих за віковим (15–21 років) та статевим критеріями.

Ключовим критерієм вибору психодіагностичного інструментарію була можливість його чіткої алгоритмізації. Для програмної реалізації було обрано методики, які мають прозору бальну структуру та однозначні ключі для розрахунку.

Для комп'ютерної реалізації діагностичного модуля було обрано дві базові методики, структура яких дозволяє провести чітку математичну формалізацію.

Першою є методика діагностики рівня емпатійних здібностей В. В. Бойка [19]. Її архітектура ідеально підходить для програмної обробки, оскільки результат формується не як скалярна величина, а як вектор значень. Це дозволяє реалізувати у веб-інтерфейсі функцію побудови деталізованих графіків. Для системи було формалізовано логіку обробки 36 вхідних параметрів (відповідей), яка включає перевірку на щирість, інверсію шкал та сумування ваг.

Другою складовою є опитувальник стилів поведінки К. Томаса. Алгоритмізація цієї методики базується на матричному підході. Вхідні дані представляють собою вибір користувачем однієї з двох альтернатив у 30 парах тверджень (бінарний вибір). Програмна логіка передбачає накопичення балів по п'яти змінних (Суперництво, Співпраця, Компроміс, Уникнення, Пристосування). Фінальний алгоритм визначає домінуючу стратегію шляхом пошуку максимуму у масиві накопичених значень та візуалізує результат у вигляді діаграми.

Для забезпечення універсальності програмного продукту та можливості масштабування системи (додавання нових методик з різними діапазонами оцінювання), було розроблено уніфіковану математичну модель обробки результатів. Ця модель реалізована в аналітичному модулі (backend) і складається з чотирьох послідовних кроків.

*Крок 1. Нормалізація вхідних даних та обробка інверсії.*

Оскільки різні питання можуть мати різні діапазони значень (наприклад, шкали Лайкерта 1–5 або 0–10) та напрямки (прямі або зворотні питання), система приводить усі відповіді до єдиного нормалізованого вигляду.

Якщо  $x_i$  – відповідь користувача на  $i$ -те питання, а  $[min_i; max_i]$  – допустимий діапазон значень, то нормалізований бал  $N_i$  розраховується за системою рівнянь:

$$N_i = \frac{1 - \text{sgn}(k_i)}{2} + \text{sgn}(k_i) \cdot \frac{x_i - min_i}{max_i - min_i}, \quad (9)$$

де  $N_i$  – нормоване значення  $i$ -го показника (приведене до діапазону  $[0; 1]$ );  $x_i$  – фактичне (емпіричне) значення, отримане від респондента по  $i$ -му пункту;  $max_i, min_i$  – відповідно мінімально та максимально

можливі значення для  $i$ -ї шкали вимірювання;  $k_i$  – коефіцієнт, що визначає спрямованість питання (якщо  $k_i > 0$  – шкала пряма, якщо  $k_i < 0$  – шкала обернена);  $sgn(k_i)$  – функція знаку (signum), яка повертає 1, якщо аргумент додатний, та -1, якщо аргумент від’ємний.

*Крок 2. Зважування.*

Для врахування внеску кожного питання у загальний результат застосовується зважування нормалізованого балу. Фінальний бал за питання  $S_i$  визначається як добуток нормалізованого значення та модуля коефіцієнта значущості:

$$S_i = N_i \cdot |k_i| \quad (10)$$

*Крок 3. Агрегація за субшкалами.*

Підсумковий бал для кожної субшкали  $Score_{sub}$  обчислюється шляхом сумування балів усіх питань, що належать до даної категорії:

$$Score_{sub} = \sum_{j=1}^m S_j, \quad (11)$$

де  $m$  – кількість питань у субшкалі. Інтегральний показник по тесту ( $Total$ ) є сумою балів усіх субшкал.

*Крок 4. Визначення інтерпретаційного рівня.*

Для автоматичної видачі текстового висновку користувачу система реалізує алгоритм пошуку відповідності у базі даних. Рівень інтерпретації  $L$  визначається як запис, що задовольняє умові входження інтегрального балу в заданий інтервал:

$$L = \{id \mid Min_L \leq Total \leq Max_L\}. \quad (12)$$

Такий підхід до формалізації дозволив створити гнучку архітектуру бази даних, де правила розрахунку відокремлені від програмного коду, що спрощує подальшу підтримку системи.

Окрім розробленого програмного модуля, для статистичної перевірки гіпотез та валідації отриманих алгоритмів на етапі дослідження використовувалися зовнішні пакети статистичної обробки даних. Зокрема, за їх допомогою проводився розрахунок  $t$ -критерію Стьюдента та кореляційний аналіз, результати яких стали основою для налаштування логіки висновків у розроблюваній системі.

### III Результати

Процедура порівняльно-діагностичного дослідження була технічно реалізована засобами розробленого веб-орієнтованого комплексу, архітектура якого передбачає чітке розмежування клієнтської частини, що відповідає за взаємодію з користувачем, та серверної частини, що виконує функції обробки та зберігання інформації. Організація дослідження включала розгортання програмного середовища, реєстрацію респондентів у системі та безпосереднє проходження ними цифрових діагностичних модулів. На відміну від традиційних бланкових методів, використання комп’ютерної системи дозволило реалізувати динамічний контроль за ходом тестування, унеможливаючи пропуск питань або введення некоректних даних, що суттєво підвищило валідність отриманого емпіричного матеріалу.

Емпіричне дослідження було проведене на вибірці юнаків та дівчат юнацького віку, які навчаються у закладах середньої освіти. Загальний обсяг вибірки становив 40 осіб, з них 22 особи жіночої та 18 осіб чоловічої статі. Вік респондентів – від 15 до 21 років.

Формування вибірки здійснювалося за принципом доступності з урахуванням вікових критеріїв та відносної однорідності освітнього середовища. До дослідження залучалися учні гуманітарного та технічного профілю, що дозволило зменшити вплив професійної спрямованості навчання на показники емпатійної міжособистісної взаємодії.

Участь у дослідженні була добровільною та анонімною. Усі респонденти були поінформовані про мету дослідження, умови участі та можливість відмови на будь-якому етапі. Змістова валідність опитувальника забезпечувалася шляхом теоретичного аналізу сучасних наукових підходів до вивчення емпатії та міжособистісної взаємодії, а також узгодженням структури методики з положеннями кортежної моделі емпатійної міжособистісної взаємодії. Твердження опитувальника формулювалися відповідно до

п'яти виокремлених компонентів моделі та їх індикаторів, що забезпечило репрезентативність змісту методики.

Конструктна валідність перевірялася за допомогою факторного аналізу (метод головних компонент). У результаті було виділено п'ять факторів, які сумарно пояснюють 63,8 % загальної дисперсії. Факторні навантаження тверджень у межах відповідних шкал коливалися від 0,54 до 0,79, що свідчить про адекватну відповідність емпіричної структури теоретичній моделі. Змістовий аналіз факторних навантажень дозволив інтерпретувати їх таким чином:

Фактор 1. Когнітивна емпатія (пояснює 17,2 % дисперсії). До складу фактора увійшли твердження, що відображають здатність респондентів до розуміння емоційних станів іншої людини, прийняття її перспективи та адекватної інтерпретації соціальних і невербальних сигналів. Фактор характеризує інтелектуально-пізнавальний аспект емпатійної взаємодії та пов'язаний із розвитком соціального інтелекту та децентрації.

Фактор 2. Афективне співпереживання (пояснює 14,1 % дисперсії). Фактор об'єднує твердження, що стосуються емоційної чутливості, здатності до співпереживання та емоційного резонансу з переживаннями інших людей. Він відображає глибину емоційного залучення суб'єкта у міжособистісну взаємодію та ступінь емоційної відкритості.

Фактор 3. Емпатійна поведінка (пояснює 12,3 % дисперсії). До цього фактора увійшли показники, що характеризують практичну реалізацію емпатії у поведінці: надання підтримки, готовність допомагати, конструктивну комунікацію та орієнтацію на взаєморозуміння. Фактор відображає поведінковий вимір емпатійної міжособистісної взаємодії.

Фактор 4. Рефлексивна саморегуляція (пояснює 10,1 % дисперсії). Фактор включає твердження, пов'язані з усвідомленням власних емоційних реакцій, аналізом впливу власних дій на інших та здатністю до самокорекції у процесі взаємодії. Він відображає рівень особистісної рефлексії та відповідальності у міжособистісних стосунках.

Фактор 5. Мотиваційно-ціннісна спрямованість (пояснює 10,1 % дисперсії). Фактор охоплює твердження, що відображають гуманістичні цінності, просоціальну мотивацію та значущість міжособистісних стосунків для особистості. Він визначає внутрішні підстави емпатійної поведінки та стійкість її проявів.

Отримана п'ятифакторна структура повністю відповідає теоретично обґрунтованій кортежній моделі емпатійної міжособистісної взаємодії та підтверджує її конструктну валідність. Кожен фактор є відносно автономним, водночас усі вони утворюють цілісну систему, що забезпечує ефективну міжособистісну взаємодію у юнацькому віці.

Табл. 4. Кореляційна матриця між факторами емпатійної міжособистісної взаємодії

Фактори	Ф1 Когнітивна емпатія	Ф2 Афективне співпереживання	Ф3 Емпатійна поведінка	Ф4 Рефлексивна саморегуляція	Ф5 Мотиваційно- ціннісна спрямованість
Ф1 Когнітивна емпатія	1,00	0,42**	0,38**	0,45**	0,36**
Ф2 Афективне співпереживання	0,42**	1,00	0,47**	0,34**	0,40**
Ф3 Емпатійна поведінка	0,38**	0,47**	1,00	0,41**	0,52**
Ф4 Рефлексивна саморегуляція	0,45**	0,34**	0,41**	1,00	0,44**
Ф5 Мотиваційно- ціннісна спрямованість	0,36**	0,40**	0,52**	0,44**	1,00

де \*\*Коефіцієнт кореляції Пірсона ( $r$ ) – кореляція значуща на рівні  $p < 0,01$ .

#### IV Обговорення

Усі фактори емпатійної міжособистісної взаємодії перебувають у статистично значущих позитивних взаємозв'язках помірної сили, що свідчить про їх інтегрованість у межах єдиної психологічної структури. Водночас відсутність надмірно високих коефіцієнтів кореляції ( $r > 0,70$ ) підтверджує відносну автономність кожного фактора та відсутність мультиколінеарності

Отримані результати емпіричного дослідження підтверджують доцільність розгляду емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці як багатовимірного психологічного утворення, структурованого за п'ятьма взаємопов'язаними, але відносно автономними компонентами. Виділена у процесі факторного аналізу п'ятифакторна структура загалом відповідає теоретично обґрунтованій кортежній моделі емпатійної міжособистісної взаємодії та свідчить про її емпіричну підтверженість.

Фактор когнітивної емпатії відображає здатність юнаків і дівчат до розуміння емоційних станів іншої людини. Його значущі кореляційні зв'язки з рефлексивною саморегуляцією та афективним співпереживанням вказують на те, що інтелектуальне розуміння емоцій іншого тісно пов'язане з усвідомленням власних емоційних реакцій та емоційною відкритістю.

Афективний компонент емпатії виявився одним із ключових у структурі досліджуваного феномена, що підтверджується його помірними позитивними кореляціями з усіма іншими факторами. Здатність до емоційного співпереживання у юнацькому віці виступає важливою психологічною умовою формування просоціальної поведінки та підтримувальних форм взаємодії, що особливо актуально в період інтенсивного розвитку міжособистісних стосунків та становлення особистісної ідентичності.

Фактор емпатійної поведінки продемонстрував найбільш тісний зв'язок із мотиваційно-ціннісною спрямованістю, що свідчить про визначальну роль внутрішніх цінностей і просоціальних мотивів у реалізації емпатії на поведінковому рівні. Це дозволяє стверджувати, що емпатійні дії у юнацькому віці не є лише ситуативною реакцією на емоційний стан іншого, а значною мірою зумовлені сформованою системою ціннісних орієнтацій. Рефлексивна саморегуляція виявляється важливим інтегративним компонентом емпатійної взаємодії, що забезпечує усвідомлення та контроль власних емоційних і поведінкових проявів у спілкуванні. Її кореляційні зв'язки з когнітивною емпатією та мотиваційно-ціннісною спрямованістю підкреслюють роль рефлексії як механізму узгодження розуміння іншого з власними цінностями та поведінковими стратегіями. Мотиваційно-ціннісний фактор виступає системоутворювальним елементом емпатійної міжособистісної взаємодії, забезпечуючи її стійкість та спрямованість. Високі показники взаємозв'язків цього фактора з емпатійною поведінкою та рефлексивною саморегуляцією свідчать про те, що гуманістичні цінності та орієнтація на співпрацю є важливими детермінантами ефективної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці.

Надійність методики оцінювалася за коефіцієнтом внутрішньої узгодженості  $\alpha$  Кронбаха:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right), \quad (13)$$

де  $K$  – кількість елементів (питань) у шкалі;  $\sigma_i^2$  – дисперсія відповідей за  $i$ -м елементом;  $\sigma_T^2$  – дисперсія суми балів усіх  $K$  елементів шкали.

Інтерпретація значень  $\alpha$ :  $< 0,60$  – низька надійність;  $0,60-0,69$  – задовільна;  $0,70-0,79$  – добра;  $0,80-0,89$  – висока;  $\geq 0,90$  – дуже висока (можлива надмірна однорідність, ризик дублювання пунктів).

Загалом результати дослідження підтверджують інтегративний характер емпатійної міжособистісної взаємодії та дозволяють розглядати її як складну систему, у якій когнітивні, емоційні, поведінкові, рефлексивні та мотиваційно-ціннісні компоненти взаємодіють, взаємопідсилюючи один одного. Отримані дані мають теоретичну та практичну значущість, оскільки можуть бути використані для розроблення психолого-педагогічних програм розвитку емпатії та оптимізації міжособистісних стосунків у студентському середовищі.

#### V Висновки

Емпатійна міжособистісна взаємодія у юнацькому віці є складним багатовимірним психологічним утворенням, структура якого включає п'ять взаємопов'язаних, але відносно автономних компонентів: когнітивний, афективний, поведінковий, рефлексивний та мотиваційно-ціннісний. Їх інтеграція забезпечує цілісність і ефективність соціальної взаємодії.

Емпірично підтверджено конструктну валідність запропонованої короткої моделі емпатійної міжособистісної взаємодії. Результати факторного аналізу засвідчили відповідність емпіричної структури теоретичним положенням, що свідчить про наукову обґрунтованість моделі.

Виявлено статистично значущі зв'язки між рівнем розвитку емпатії та домінуючими стратегіями міжособистісної взаємодії. Високий рівень емпатії асоціюється з переважанням кооперативних форм поведінки та зниженням конкурентності й уникнення, що підтверджує регулятивну функцію емпатії у соціальних стосунках.

Розроблено та апробовано уніфіковані математичні алгоритми обробки психодіагностичних даних, які включають нормалізацію, зважування, агрегацію показників та автоматичне визначення інтерпретаційних рівнів. Це забезпечує перехід від якісного аналізу до формалізованого оцінювання.

Запропоновані математичні моделі та алгоритми можуть бути безпосередньо використані при проєктуванні інформаційних систем для діагностики та розвитку емпатії, а також у психолого-педагогічній практиці з метою оптимізації міжособистісної взаємодії у юнацькому середовищі.

На основі статистичного аналізу вибірки встановлено, що досліджуваний віковий період характеризується динамічною перебудовою соціальних зв'язків. Виявлено, що для більшості респондентів характерним є середній рівень розвитку емпатії зі структурним домінуванням емоційного каналу над раціональним. Це свідчить про те, що алгоритми майбутньої системи повинні враховувати нерівномірність розвитку компонентів емпатії при формуванні автоматичних рекомендацій користувачам.

За допомогою методів математичної статистики (t-критерій Стьюдента, кореляційний аналіз) доведено існування стійких зв'язків між вхідними змінними (рівень емпатії) та вихідними параметрами поведінки (стратегії взаємодії). Ці коефіцієнти кореляції є основою для налаштування ваг у прогностичних моделях розроблюваного програмного забезпечення.

Здійснено перехід від якісних психологічних описів до строгих математичних моделей. Розроблено та описано уніфіковані алгоритми обробки даних для методик В.В. Бойка та К. Томаса, які включають:

- математичну модель нормалізації вхідних даних (приведення відповідей до діапазону [0;1] з урахуванням інверсії шкал);
- алгоритм зважування та агрегації показників за субшкалами;
- логіку визначення інтерпретаційних рівнів на основі інтервальних значень.

Визначено структуру вхідних (відповіді на тести) та вихідних (графіки, текстові висновки, рекомендації) даних інформаційної системи. Обґрунтовано вибір методів обробки, які були верифіковані на тестовій вибірці даних.

Розроблені математичні моделі та алгоритми є готовим технічним підґрунтям для проєктування архітектури та розробки програмного коду інформаційної системи, для дослідження емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці.

### **Бібліографічні посилання**

1. Бойко В. В. Енергія емоцій у спілкуванні: погляд на себе та на інших : монографія, 1996. 472 с.
2. Ільїн Є. П. Психологія спілкування та міжособистісних відносин : підручник, 2009. 576 с.
3. Гоулман Д. Емоційний інтелект : монографія, 2018. 512 с.
4. Роджерс К. Р. Становлення особистості : монографія, 2001. 416 с.
5. Райс Ф. Психологія підліткового та юнацького віку : підручник, 2000. 624 с.
6. Chinnathambi K. Learning React: A Hands-On Guide to Building Web Applications Using React and Redux : Addison-Wesley Professional, 2018. 320 с.
7. Banks A., Porcello E. Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps : O'Reilly Media, 2020. 350 с.
8. Baron-Cohen S. Zero Degrees of Empathy: A New Theory of Human Cruelty : Allen Lane, 2011. 190 с.
9. Wieruch R. The Road to React: Your journey to master React.js in JavaScript : manual, 2021. 230 с.
10. Cantelon M., Harter M., Holowaychuk T. Node.js in Action : Manning Publications, 2017. 432 с.
11. Максименко С. Д. Генеза здійснення особистості : монографія, 2006. 240 с.
12. Максименко С. Д. Особистісний розвиток у юнацькому віці: психологічні механізми та чинники. Проблеми сучасної психології. 2016. № 33. С. 7–22. DOI: 10.32626/2227-6246.2016-33.7-22.
13. Помиткін Е. О. Емпатія як чинник міжособистісної взаємодії в освітньому середовищі. Психологія і особистість. 2018. № 2 (14). С. 98–108. DOI: 10.33989/2226-4078.2018.2.159540.
14. Штепа О. С. Психологічні особливості розвитку емоційного інтелекту в юнацькому віці // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Психологія. 2019. № 67. С. 45–52. DOI: 10.26565/2225-7756-2019-67-06.

15. Карамушка Л. М., Бондарчук О. І. Соціально-психологічні чинники формування емпатійної поведінки студентської молоді. *Організаційна психологія. Економічна психологія*. 2020. № 1 (18). С. 34–45. DOI: 10.31108/2.2020.1.18.4.
16. Boyatzis R. E., Goleman D., Rhee K. Clustering competence in emotional intelligence: Insights from the Emotional Competence Inventory. *Handbook of Emotional Intelligence*. San Francisco : Jossey-Bass, 2000. P. 343–362. DOI: 10.1002/9780470694269.ch21.
17. Davis M. H. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1983. Vol. 44, No. 1. P. 113–126. DOI: 10.1037/0022-3514.44.1.113.
18. Decety J., Jackson P. L. The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*. 2004. Vol. 3, No. 2. P. 71–100. DOI: 10.1177/1534582304267187.
19. Baron-Cohen S., Wheelwright S. The empathy quotient: An investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2004. Vol. 34, No. 2. P. 163–175. DOI: 10.1023/B:JADD.0000022607.19833.00.
20. Eisenberg N., Miller P. A. The relation of empathy to prosocial and related behaviors. *Psychological Bulletin*. 1987. Vol. 101, No. 1. P. 91–119. DOI: 10.1037/0033-2909.101.1.91.
21. Zaki J., Ochsner K. N. The neuroscience of empathy: Progress, pitfalls and promise // *Nature Neuroscience*. 2012. Vol. 15, No. 5. P. 675–680. DOI: 10.1038/nn.3085.

### References

1. Boiko, V. V. (1996). *Enerhiia emotsii u spilkuvani: Pohliad na sebe ta na inshykh* [Energy of emotions in communication: A look at oneself and others]. Monograph.
2. Il'in, E. P. (2009). *Psykholohiia spilkuvannia ta mizhosobystisnykh vidnosyn* [Psychology of communication and interpersonal relations]. Textbook.
3. Goleman, D. (2018). *Emotional intelligence*. Bloomsbury Publishing.
4. Rogers, C. R. (2001). *On becoming a person*. Houghton Mifflin.
5. Rais, F. (2000). *Psykholohiia pidlitkovoho ta yunatskoho viku* [Psychology of adolescence and youth]. Textbook.
6. Chinnathambi, K. (2018). *Learning React: A hands-on guide to building web applications using React and Redux*. Addison-Wesley Professional.
7. Banks, A., & Porcello, E. (2020). *Learning React: Modern patterns for developing React apps*. O'Reilly Media.
8. Baron-Cohen, S. (2011). *Zero degrees of empathy: A new theory of human cruelty*. Allen Lane.
9. Wieruch, R. (2021). *The road to React: Your journey to master React.js in JavaScript*. Self-published.
10. Cantelon, M., Harter, M., & Holowaychuk, T. (2017). *Node.js in action*. Manning Publications.
11. Maksymenko, S. D. (2006). *Heneza zdiisnennia osobystosti* [Genesis of personality realization]. Monograph.
12. Maksymenko, S. D. (2016). *Osobystisnyi rozvytok u yunatskomu vitsi: Psykholohichni mekhanizmy ta chynnyky* [Personal development in adolescence: Psychological mechanisms and factors]. *Problems of Modern Psychology*, 33, 7–22. <https://doi.org/10.32626/2227-6246.2016-33.7-22>
13. Pomytkin, E. O. (2018). *Empatiia yak chynnyk mizhosobystisnoi vzaiemodii v osvithomu seredovyschi* [Empathy as a factor of interpersonal interaction in the educational environment]. *Psychology and Personality*, 2(14), 98–108. <https://doi.org/10.33989/2226-4078.2018.2.159540>
14. Shtepa, O. S. (2019). *Psykholohichni osoblyvosti rozvytku emotsiinoho intelektu v yunatskomu vitsi* [Psychological features of emotional intelligence development in adolescence]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Psychology*, 67, 45–52. <https://doi.org/10.26565/2225-7756-2019-67-06>
15. Karamushka, L. M., & Bondarchuk, O. I. (2020). *Sotsialno-psykholohichni chynnyky formuvannia empatiinoi povedinky studentskoi molodi* [Socio-psychological factors of empathic behavior formation in student youth]. *Organizational Psychology. Economic Psychology*, 1(18), 34–45. <https://doi.org/10.31108/2.2020.1.18.4>
16. Boyatzis, R. E., Goleman, D., & Rhee, K. (2000). Clustering competence in emotional intelligence: Insights from the Emotional Competence Inventory. In R. Bar-On & J. D. A. Parker (Eds.), *Handbook of emotional intelligence* (pp. 343–362). Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/9780470694269.ch21>
17. Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113–126. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113>
18. Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71–100. <https://doi.org/10.1177/1534582304267187>
19. Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2004). The empathy quotient: An investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34(2), 163–175. <https://doi.org/10.1023/B:JADD.0000022607.19833.00>
20. Eisenberg, N., & Miller, P. A. (1987). The relation of empathy to prosocial and related behaviors. *Psychological Bulletin*, 101(1), 91–119. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.1.91>
21. Zaki, J., & Ochsner, K. N. (2012). The neuroscience of empathy: Progress, pitfalls and promise. *Nature Neuroscience*, 15(5), 675–680. <https://doi.org/10.1038/nn.3085>



**Оксанич Ірина Григорівна.**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та інформаційних систем, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.  
E-mail: oksirena2017@gmail.com

---

**Oksanych Iryna Hryhorivna.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Automation and Information Systems Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Universytetska, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600.  
E-mail: oksirena2017@gmail.com

---

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4570-711X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/ABV-5356-2022>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193325226>

---



**Гринь Богдан Сергійович.**

Здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» кафедри автоматизації та інформаційних систем, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.  
E-mail: bohdanhryn@gmail.com

---

**Hryn Bohdan Serhiiovych.**

Second (master's) level higher education student majoring in 122 'Computer Science', Automation and Information Systems Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Universytetska, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600.  
E-mail: bohdanhryn@gmail.com

---

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1422-6682>

---

**Citation (APA):**

Oksanysh, I., Hryn, B. (2025). The research method of empathetic interpersonal interaction in adolescence. Engineering and Educational Technologies, 13 (3), 17–29. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.02>

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):**

Оксанич І. Г., Гринь Б. С. Метод дослідження емпатійної міжособистісної взаємодії у юнацькому віці / Інженерні та освітні технології. 2025. Т. 13. № 3. С. 17–29. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.02>

**Обсяг статті:** сторінок – 13 ; умовних друк. аркушів – 1,883.

DOI <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.03>  
UDC 621.38:004.9:378.147

## Development of a Laboratory and Methodological Complex for Studying Digital Electronics

Utsa, M.\*, Kohdas, M.

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine

**Received:** 30.08.2025

**Accepted:** 22.09.2025

**Abstract.** The purpose of this work is to improve the educational process in higher and pre-higher education institutions by expanding the laboratory and technical base for conducting practical and laboratory classes for the digital electronics course. The research methodology included an analytical review of modern laboratory equipment, determination of functional and technical requirements for the system, selection of the element base, circuit and software modeling in the Proteus environment, as well as integration with the LabView interface for visualization and control. Modeling of basic logic elements, simulation of analog-to-digital and digital-to-analog converters, and implementation of a USB interface for data exchange with a PC were carried out. The results of the study confirmed the system's performance in emulation mode: the stand successfully reproduces the logic of digital elements, measures analog signals, generates and processes PWM signals, and transmits information to LabView for further processing and display. The power consumption was calculated and the circuit solutions were optimized to ensure stable system operation. The originality of the project lies in the combination of simple and affordable hardware components (Arduino Nano, X9C102, LM317, LC-LM358-PWM2V) with modern methods of circuit and software modeling, which significantly reduces the cost of implementation without losing functionality. Integration with LabView provides additional opportunities for analysis, visualization, and interaction with the system in real time. The practical significance of the development lies in the possibility of using the created complex as a tool for conducting laboratory work, practical classes, and research activities in the field of digital electronics. The stand allows students to gain practical skills in working with microcontroller systems, logic elements, and converters, and teachers to effectively organize the educational process.

**Key words:** digital electronics, Arduino Nano, LabView, microcontroller, logic elements, educational process.

## Розробка лабораторно-методичного комплексу з вивчення цифрової електроніки

Уца М. О., Когдась М. Г.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна

**Анотація.** Метою роботи є вдосконалення навчального процесу в закладах вищої та передвищої освіти шляхом розширення лабораторно-технічної бази для проведення практичних та лабораторних занять для курсу цифрової електроніки. Методологія дослідження включала аналітичний огляд сучасного лабораторного обладнання, визначення функціональних і технічних вимог до системи, вибір елементної бази, схемотехнічне та програмне моделювання в середовищі Proteus, а також інтеграцію з інтерфейсом LabView для візуалізації та керування. Здійснено моделювання базових логічних елементів, симуляцію роботи аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів, а також реалізовано інтерфейс USB для обміну даними з персональним комп'ютером. Результати дослідження підтвердили працездатність системи в режимі емуляції: стенд успішно відтворює логіку функціонування цифрових елементів, здійснює вимірювання аналогових сигналів, формує та обробляє ШІМ-сигнали, а також передає інформацію в LabView для подальшої обробки та відображення. Проведено розрахунок споживаної потужності та оптимізацію схемних рішень для забезпечення стабільної роботи системи. Оригінальність проекту полягає в поєднанні простих і доступних апаратних компонентів (Arduino Nano, X9C102, LM317, LC-LM358-PWM2V) з сучасними методами схемотехнічного та програмного моделювання, що дозволяє значно знизити вартість реалізації без втрати функціональності. Інтеграція з

---

\*  
**Corresponding Author:** Utsa Mykola Oleksandrovich. E-mail: [kolya.utsa@gmail.com](mailto:kolya.utsa@gmail.com)  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University,  
vul. Universytetska, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600.

**Відповідальний автор:** Уца Микола Олександрович. E-mail: [kolya.utsa@gmail.com](mailto:kolya.utsa@gmail.com)  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,  
вул. Університетська, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.

LabView надає додаткові можливості для аналізу, візуалізації та взаємодії з системою у реальному часі. Практичне значення розробки полягає в можливості використання створеного комплексу як інструмента для проведення лабораторних робіт, практичних занять і дослідницької діяльності в галузі цифрової електроніки. Стенд дозволяє студентам отримати практичні навички роботи з мікроконтролерними системами, логічними елементами та перетворювачами, а викладачам – ефективно організувати навчальний процес.

**Ключові слова:** цифрова електроніка, Arduino Nano, LabView, мікроконтролер, логічні елементи, навчальний процес.

## ***I Вступ***

У сучасних умовах розвитку цифрових технологій та автоматизації особливої актуальності набуває якісна підготовка майбутніх фахівців у галузі електроніки. Практичне засвоєння знань з цифрової електроніки є надзвичайно важливим, оскільки саме ця сфера лежить в основі функціонування мікропроцесорних систем, засобів автоматизації, побутової техніки та промислової електроніки. Однак у багатьох навчальних закладах спостерігається недостатність або застарілість лабораторного обладнання, що не дозволяє повною мірою реалізувати потенціал практичного навчання. Таким чином, виникає нагальна потреба у створенні сучасних, доступних та ефективних засобів для реалізації навчального процесу, які б відповідали вимогам як педагогіки, так і технічного прогресу. Аналіз існуючих навчальних рішень показує, що на ринку представлено чимало комерційних лабораторних стендів, зокрема, таких як "НТЦ-01.01.3", NI ELVIS або ITS-101A. Вони вирізняються високою функціональністю та широкими можливостями, проте мають суттєві недоліки: складність у використанні, громіздкість, висока вартість та відсутність гнучкості в адаптації під специфіку окремого курсу або навчального закладу. Більшість таких стендів орієнтовані на вузькі технічні завдання і не завжди дозволяють інтегрувати новітні підходи до навчання – зокрема, використання мікроконтролерів, моделювання в середовищі Proteus або інтерактивну взаємодію з ПК через LabVIEW. Саме ці недоліки створюють практичну прогалину, яка потребує вирішення. Постає проблема створення компактного, універсального, але при цьому доступного за ціною лабораторного комплексу, який дозволяє симулювати роботу базових логічних елементів, комбінованих цифрових схем, а також цифрово-аналогових та аналого-цифрових перетворювачів. Такий підхід дозволить студентам не лише краще засвоїти теоретичний матеріал, а й закріпити його практичними навичками, що відповідають сучасним вимогам технічної освіти.

Таким чином, розробка лабораторного стенду, адаптованого до сучасних освітніх потреб, є не лише актуальною, а й необхідною умовою для вдосконалення технічної освіти в закладах освіти.

*Метою дослідження є підвищення ефективності навчального процесу з цифрової електроніки шляхом розробки та дослідження лабораторно-методичного комплексу, який дозволяє моделювати логічні функції, аналого-цифрові перетворення та візуалізувати результати роботи в інтерактивному середовищі.*

## ***II Матеріал і методи дослідження***

Об'єктом дослідження є лабораторно-методичний стенд для вивчення цифрової електроніки, який дозволяє симулювати логічні елементи та схеми, здійснювати аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворення, а також забезпечує інтерактивну взаємодію з користувачем через ПК. Розроблений стенд поєднує апаратну та програмну частини, що функціонують у взаємодії за допомогою USB-інтерфейсу.

У процесі розробки було застосовано системний підхід, який передбачає цілісне бачення структури стенду як комплексу взаємозалежних компонентів — апаратних модулів, програмного забезпечення, алгоритмів обробки сигналів та методичного супроводу. Кожен підсистемний елемент (ввід, обробка, вивід, комунікація з ПК) розглядався не ізольовано, а як частина єдиної функціональної структури, здатної адаптуватися до умов навчального процесу. Основні етапи розробки включали:

1. Аналіз існуючих рішень: аналіз ринку комерційних лабораторних стендів, оцінка функціональності існуючих моделей, вартості та обмежень для формулювання технічного завдання з орієнтацією на гнучкість та доступність.

2. Формування технічних вимог: визначення параметрів логічних рівнів, кількості входів/виходів системи, діапазонів напруг, протоколів обміну. Формулювання вимог з урахуванням практичної доцільності для навчального процесу.

3. Вибір компонентної бази: вибір апаратних компонентів з урахуванням вище описаних вимог. Визначення загальних технічних характеристик, урахування енергоспоживання, сумісності між елементами, простота інтеграції, можливість модернізації та масштабування системи.

4. Схемотехнічне моделювання: побудова схеми електричної структурної для явного визначення основної будови системи та логічних взаємозв'язків між частинами, реалізація віртуальної моделі системи та окремих її блоків для підтвердження працездатності ідеї, попереднього визначення характеристик системи, налаштування блоків, оптимізація параметрів та компонування блоків у загальну систему.

5. Програмна реалізація: синтез алгоритмів та програмування логіки роботи з урахуванням обробки вхідних команд, генерації та аналізу сигналів, а також реалізації функціональних блоків. Додатково, розробка інтерфейсу користувача для керування системою та візуалізацією результатів.

6. Схемотехнічний синтез: побудова схеми електричної принципової що відображає компонування та електричний зв'язок між компонентами.

7. Тестування і верифікація: перевірка працездатності всіх функціональних блоків, симуляція змін вхідних даних, аналіз поведінки системи в динаміці, оцінка точності та стабільності сигналів.

Методологія дослідження спиралася на сучасну матеріально-програмну базу: матеріальна частина, яка складається з Arduino Nano, резисторів, світлодіодів, стабілізаторів, програмованого резистору X9C102, модуля LC-LM358-PWM2V; програмна частина використовує Proteus (для схемотехнічного моделювання та тестування логіки роботи), Arduino IDE (для створення та завантаження прошивки мікроконтролера), LabVIEW (для створення інтерактивного графічного інтерфейсу користувача), VSPE/Serial Monitor (для організації обміну даними з ПК).

У результаті роботи було створено: повну електричну структурну схему стенду; віртуальну модель у середовищі Proteus, що дозволяє протестувати роботу без фізичного макета; схему електричну принципову стенду; працездатну прошивку для Arduino, яка забезпечує керування усіма елементами; інтерфейс у LabVIEW для введення команд, зчитування та відображення результатів; модель стенду із симуляцією логічних функцій, зчитуванням аналогового сигналу та генерацією/перетворенням ШІМ.

### III Результати

У межах дослідження було проведено огляд сучасних лабораторних стендів, що використовуються для вивчення електроніки та цифрових схем у вищих і середніх навчальних закладах. Основна увага зосереджувалася на їхній конструкції, функціональності, призначенні та відповідності навчальним цілям. Результати порівняння описані в таблиці 1.

Табл. 1. Порівняльна характеристика існуючих навчальних стендів

Назва стенду	Орієнтація	Функціональність	Формат використання	Доступність
HTЦ-01.01.3	Електротехніка	Різноманітні експерименти з аналоговими колами	Стаціонарний, класичний	Обмежена
ITS-101A	Мережеві технології	Протоколи TCP/IP, мережеві експерименти	Комп'ютерно-орієнтований	Висока
NI ELVIS	Універсальний	Повний набір лабораторних інструментів	Модульний	Обмежена через ціну
Запропонована система	Цифрова електроніка	Базові логічні елементи, АЦП, ЦАП, індикація, USB	Компактний, на основі мікроконтролера	Висока

У процесі формування вимог до лабораторно-методичного комплексу було визначено параметри, які забезпечують його повноцінне функціонування в умовах навчального процесу. Основні технічні вимоги сформульовано з урахуванням принципів простоти, сумісності, стабільності та відповідності стандартам цифрової електроніки.

До ключових технічних характеристик стенду віднесено: ТТЛ-логіка з типовим рівнем живлення 5 В; вхідна напруга 12 В постійного струму з подальшим перетворенням до 5 В для внутрішніх модулів; не менше 2 аналогових входів; не менше 12 цифрових виходів; діапазон аналогового вихідного сигналу – 0...5 В; з'єднання з ПК через USB-інтерфейс з реалізацією віртуального COM-порту.

Функціональні вимоги до системи передбачають:

- можливість симуляції основних логічних елементів (I, АБО, НЕ, XOR);
- підтримку комбінаторних схем, таких як тригери та суматори;
- генерацію ШІМ-сигналів та їх перетворення в аналоговий сигнал;
- зчитування аналогових значень через вбудований АЦП;
- передачу результатів у реальному часі на персональний комп'ютер;
- візуальне відображення стану логічних виходів за допомогою світлодіодів;
- керування процесом через текстові команди з ПК.

Під час вибору елементної бази враховувалися наступні вимоги: відповідність технічним характеристикам (логічні рівні, кількість входів/виходів, живлення); сумісність з мікроконтролерними платформами; доступність на ринку; простота інтеграції в середовищах Arduino IDE та Proteus; низьке енергоспоживання та стабільна робота в навчальних умовах. На основі аналізу було обрано компоненти представлені в таблиці 2.

Табл. 2. Перелік компонент розроблюваної системи

Компонент	Призначення
Arduino Nano V3	Центральний обчислювальний модуль для обробки логіки, зчитування та генерації сигналів
Програмований резистор Х9С102	Цифрове керування аналоговим опором, моделювання змінних параметрів
LC-LM358-PWM2V	Перетворення ШІМ-сигналу в аналоговий для симуляції ЦАП
Стабілізатор LM317	Зниження напруги з 12 В до 5 В для живлення мікроконтролера та іншої периферії
Світлодіоди (8 шт.)	Індикація стану логічних виходів
Резистори обмежувальні (330 Ом)	Захист світлодіодів від перевантаження струмом

Наступним етапом є синтез схеми електричної структурної та схемотехнічне моделювання. Структурна схема, представлена на рисунку 1, дозволяє візуалізувати загальну організацію її функціональних блоків та зв'язки між ними.

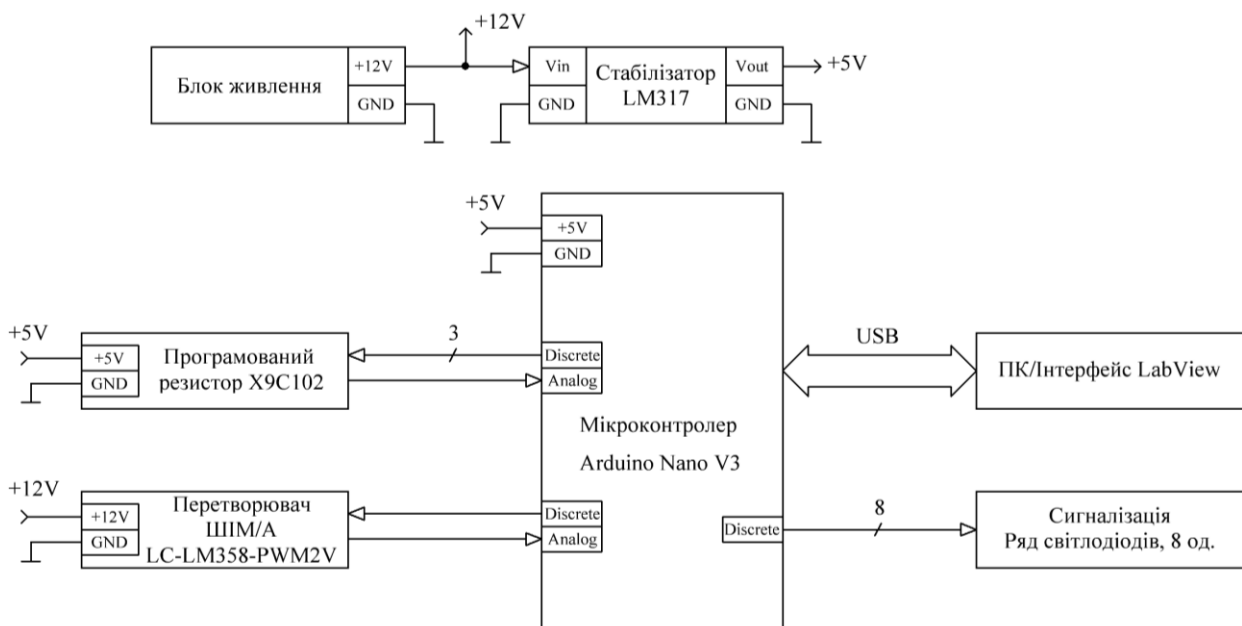


Рис. 1. Схема електрична структурна системи

Структурно пристрій включає в себе наступні вузли:

1. Модуль живлення з стабілізацією напруги;
2. Мікроконтролер Arduino Nano як центральний обчислювальний елемент;
3. Модулі керування та генерації сигналів (X9C102, LC-LM358-PWM2V);
4. Індикаційний блок зі світлодіодами;
5. Інтерфейс для з'єднання з персональним комп'ютером.

Лабораторно-методичний комплекс побудовано на базі мікроконтролера Arduino Nano V3, який виконує функції центрального логічного блока, забезпечуючи обробку сигналів, керування зовнішніми пристроями та обмін даними з ПК через USB-інтерфейс. Живлення системи здійснюється від зовнішнього джерела +12 В; для компонентів з напругою 5 В використовується стабілізатор LM317.

До мікроконтролера підключено програмований резистор X9C102, керований трьома дискретними сигналами. Його аналоговий вихід зчитується через вбудований АЦП Arduino для подальшого аналізу. Модуль ШІМ-Аналог LC-LM358-PWM2V імітує цифро-аналогове перетворення: формований ШІМ-сигнал перетворюється в аналогову напругу, керовану з LabView.

Система містить 8 світлодіодів, підключених до цифрових виходів Arduino, що забезпечують індикацію роботи логічних елементів та тригерів. Управління комплексом реалізовано через інтерактивну панель LabView, яка дозволяє задавати параметри, здійснювати контроль і візуалізувати результати.

Для перевірки правильності побудови логіки роботи системи та виявлення можливих помилок ще на етапі проєктування, було здійснено схемотехнічне моделювання у середовищі Proteus версії 8.16. Це дозволило у віртуальному режимі перевірити функціональність системи без необхідності фізичної збірки. Зовнішній вигляд системи представлений на рисунку 2.

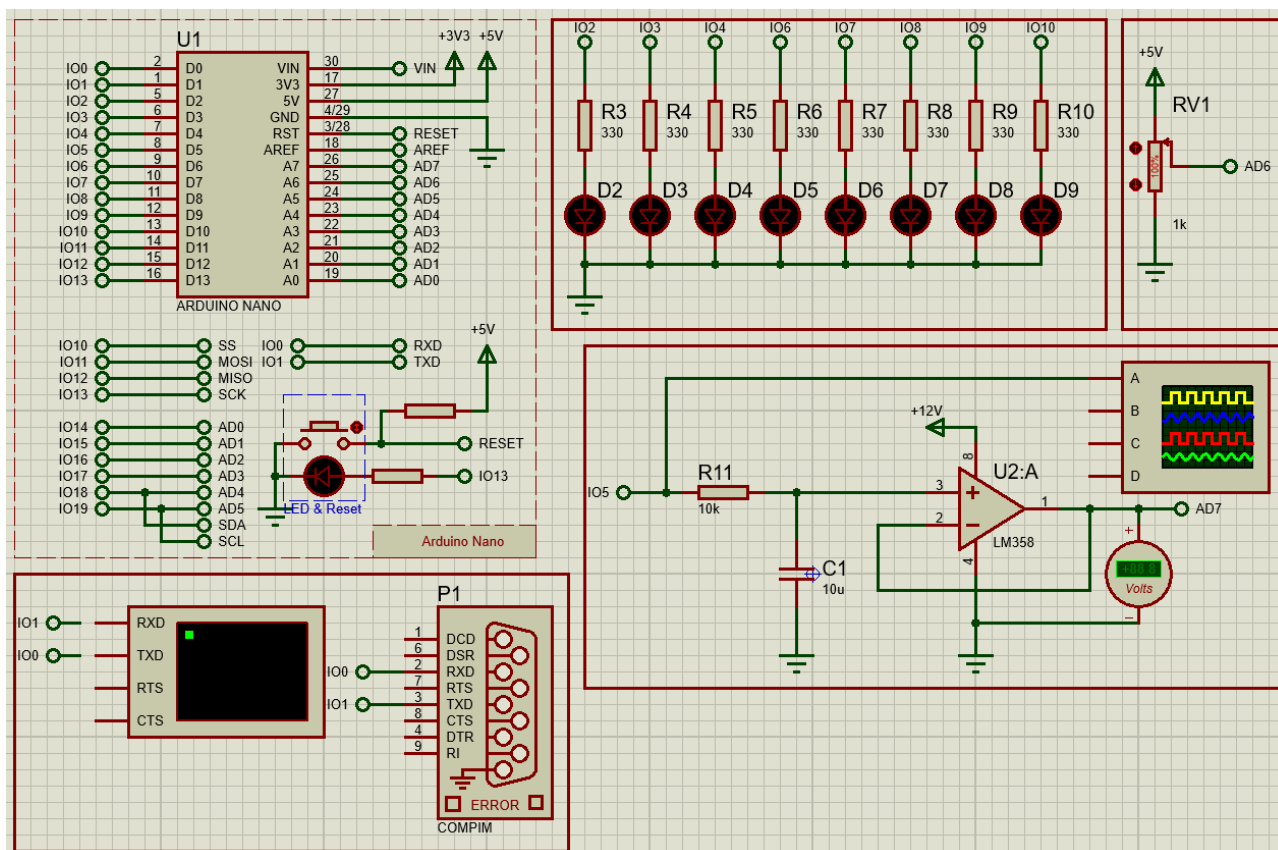


Рис. 2. Загальний вигляд моделі в пакеті Proteus

Першим етапом є перевірка роботи ряду світлодіодів, що представляють собою виходи логічних елементів, а стан світлодіода визначається результатом роботи відповідного симульованого елемента. Шляхом відправки рядка з 8 символів, кожен з яких може мати значення "0" або "1", відбувається керування системою. Мікроконтролер отримує дані, аналізує та виводить на ряд світлодіодів комбінацію



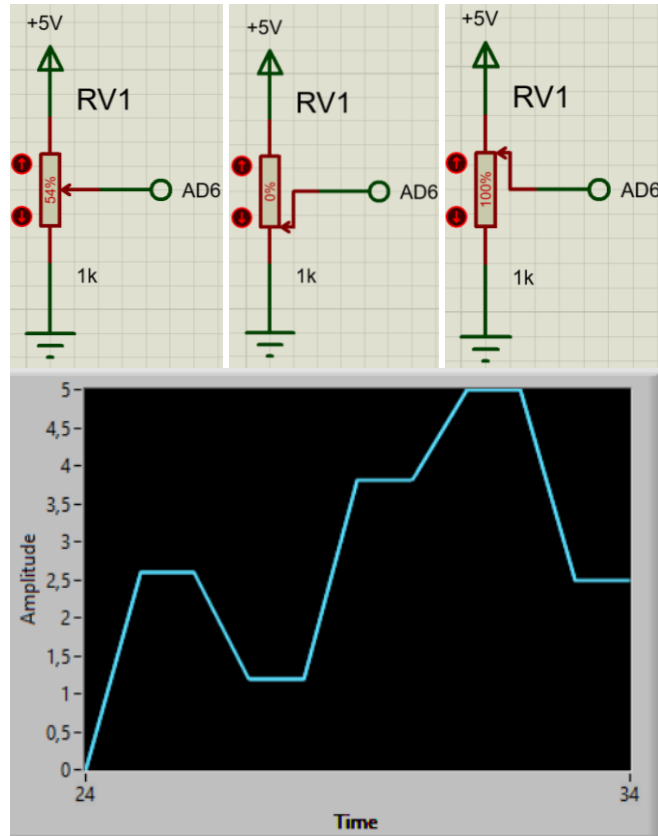


Рис. 5. Процес зміни опору резистора та результуючий графік значення напруги в пакеті LabView

Згідно поданої команди, вихід D5 мікроконтролера генерує ШІМ сигнал, середнє значення напруги якого залежить від ширини імпульсів, тобто коефіцієнта заповнення. Оскільки ШІМ-сигнал є послідовністю прямокутних імпульсів, для отримання неперервного аналогового сигналу реалізовано фільтр низьких частот. У складі схеми фільтра використано RC-ланку, що згладжує сигнал, а також операційний підсилювач, що працює у режимі повторювача для зменшення впливу навантаження на сигнал. Результуюча напруга зчитується аналоговим входом А7 мікроконтролера. На рисунках 6-8 показані графіки вхідного ШІМ-сигналу та величина вихідної напруги при різних коефіцієнтах заповнення:

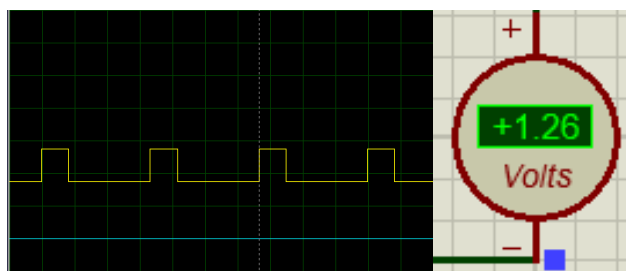


Рис. 6. Параметр вихідної напруги при шпаруватості сигналу 25%

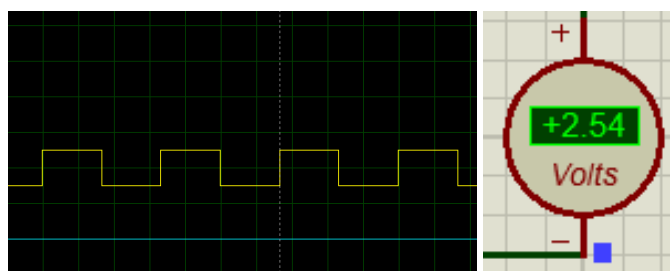


Рис. 7. Параметр вихідної напруги при шпаруватості сигналу 50%

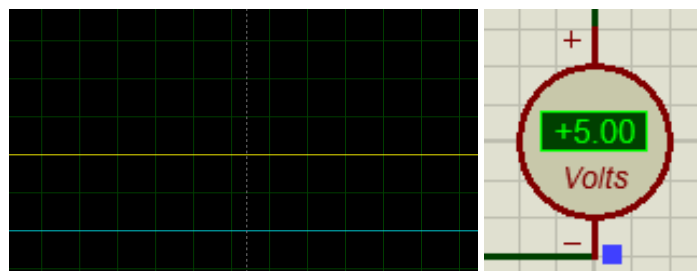


Рис. 8. Параметр вихідної напруги при шпаруватості сигналу 100%

У межах дослідження було створено дві взаємодоповнюючі програмні частини: прошивка мікроконтролера Arduino Nano, яка відповідає за керування фізичними модулями та обробку команд, а також візуальний інтерфейс у середовищі LabView, що забезпечує інтерактивну взаємодію з користувачем через ПК.

Програмний код, реалізований в середовищі Arduino IDE, побудовано за принципом командного аналізу. У головному циклі мікроконтролера постійно виконується перевірка наявності вхідних даних у послідовному порту. У разі наявності даних зчитується повний текстовий рядок. Після зчитування відбувається аналіз першого символу — він визначає тип команди у вигляді буквенного символу. Інша частина рядка інтерпретується як числовий параметр, який буде використано у відповідному функціональному блоці.

Основні дії програми:

1) при виявленні команди “b”, інтерпретація значень як двійкових вхідних сигналів для логічних елементів, виведення результатів логічних операцій на ряд світлодіодів.

2) команда “r” активує цифрове керування програмованим резистором X9C102: спочатку встановлюється напрям зміни опору (через пін U/D), далі генерується відповідна кількість імпульсів на лінії INC при активному сигналі CS.

3) при команді “p”, встановлення значення ШІМ-сигналу на пін D5 через функцію analogWrite(), що дозволяє змінювати коефіцієнт заповнення сигналу.

Інтерфейс користувача був створений для забезпечення зручної взаємодії між користувачем і апаратною частиною системи. Він поділений на дві частини: ліва – статична, відповідає за налаштування зв'язку з пристроєм (вибір COM-порту, завершення роботи, перемикач активного режиму), а права – динамічна, містить вкладки лабораторних робіт, які змінюють свій зміст залежно від обраного функціоналу.

Права частина містить п'ять вкладок:

1. «ЛР1 Логічні елементи» дозволяє керувати входами логічних елементів I, АБО, XOR, НЕ та спостерігати стан виходів за допомогою світлодіодів.

2. «ЛР2 Суматори» – це інтерфейс для роботи з напівсуматором і повним суматором; містить перемикачі для задання входів і світлодіоди для індикації вихідних сигналів.

3. «ЛР3 Тригери» забезпечує дослідження RS-, T-, D- та JK-тригерів, реалізованих у форматі керованих вхідних сигналів з відображенням результату.

4. «ЛР4 АЦП» – це симуляція аналого-цифрового перетворення, користувач задає напругу за допомогою циферблату, а результат відображається у вигляді цифрового коду, діаграми та шкали індикації.

5. «ЛР5 ЦАП» дозволяє задавати цифрове значення через набір перемикачів і спостерігати відповідну аналогову напругу на виводі (графік і стрілочний індикатор).

Інтерфейс має інтуїтивно зрозумілу структуру, з графічними елементами, світлодіодами, індикаторами та діаграмами, що полегшують сприйняття процесів і підвищують ефективність навчання. На рисунку 9 представлений зовнішній вигляд інтерфейсу з однією з активних вкладок:

Інтерфейс LabVIEW також включає модуль для відображення відеозображення з вебкамери, яка встановлюється над лабораторним стендом, що дозволяє користувачу в реальному часі спостерігати за фізичною реакцією пристрою на подані команди. Для роботи з вебкамерами в LabView використовується модуль NI Vision Acquisition Software.

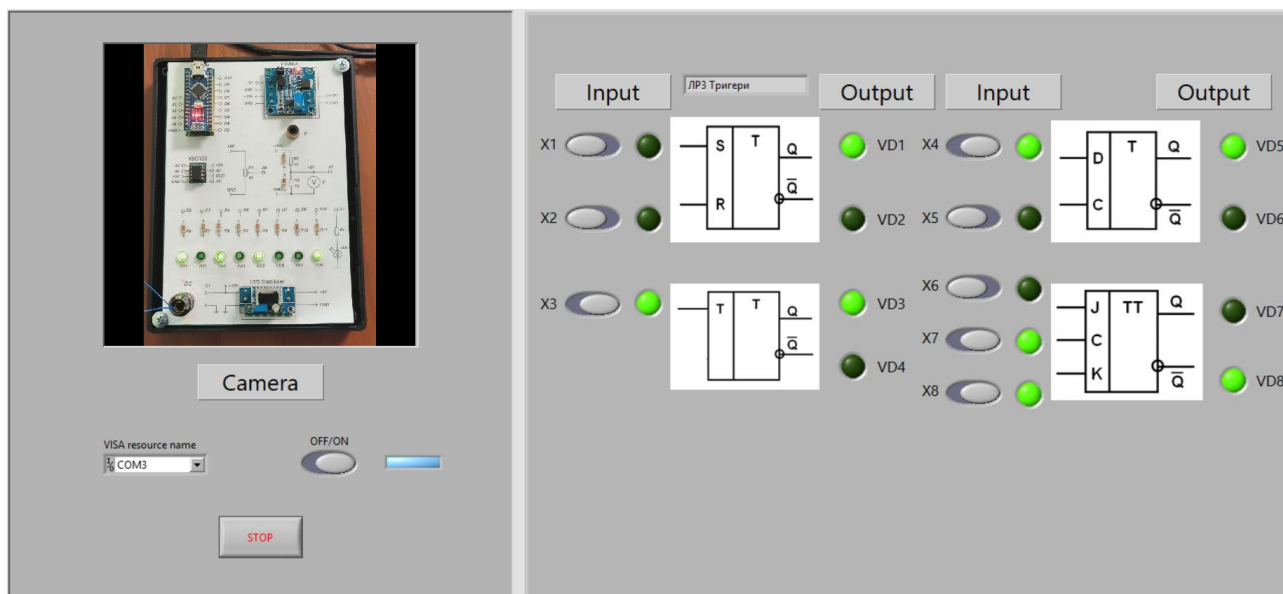


Рис. 9. Зовнішній вигляд інтерфейсу користувача

#### IV Обговорення

У ході виконання дослідження було реалізовано повний цикл розробки лабораторно-методичного комплексу для вивчення цифрової електроніки – від обґрунтування потреби до тестування готової системи. У цьому розділі розглянемо ключові прийняті рішення та обґрунтуємо їх доцільність.

Насамперед, необхідність створення нової системи була обґрунтована через аналіз існуючих рішень. Як показав огляд, більшість лабораторних стендів на ринку мають надлишкову функціональність, високу вартість або спеціалізовані на інших напрямках. Водночас у сфері базового вивчення цифрової електроніки існує дефіцит доступних, гнучких і компактних рішень, які можна легко інтегрувати в навчальний процес. Це й зумовило актуальність розробки саме такого типу стенду.

Формулювання технічних вимог здійснювалося з урахуванням як освітніх цілей таких як наочність, простота використання, логічна структура, так і технічних обмежень таких як низьке енергоспоживання, мінімум зовнішніх елементів, відповідність рівням ТТЛ-логіки. Даний підхід дозволив забезпечити повну відповідність системи типовим лабораторним задачам – симуляція логіки, ШІМ, АЦП, ЦАП – без перевантаження зайвими функціями.

Вибір апаратної бази був здійснений з фокусом на балансі між функціональністю та доступністю. Arduino Nano V3 – перевірений, зручний у програмуванні та широко підтримуваний мікроконтролер. Модуль LC-LM358-PWM2V, як простий і ефективний спосіб реалізації ЦАП на основі ШІМ, і програмований резистор Х9С102 – для цифрового регулювання аналогових параметрів – є оптимальними виборами для демонстраційних цілей. Світлодіоди та резистори виступають наочними індикаторами, що дуже важливо в навчальному процесі для здобувачів освіти що входять у сферу електроніки. Усі компоненти прості для монтажу й не потребують дорогих або складних технологій виробництва.

Схемотехнічне моделювання в Proteus дозволило протестувати логіку роботи без фізичної реалізації, що значно зекономило ресурси на етапі налагодження. Віртуальна симуляція роботи Arduino в поєднанні з іншими модулями показала високу ефективність цього підходу для швидкого циклу перевірки: введення-обробка-виведення. У Proteus були змодельовані як цифрові, так і аналогові ланки – включаючи ШІМ, ЦАП і програмований резистор, що дозволило перевірити взаємодію цифрових та аналогових сигналів.

Програмне забезпечення, створене для мікроконтролера, має просту, але гнучку архітектуру – обробка текстових команд у форматі "Літера + Числові значення" забезпечує легку масштабованість без зміни структури коду. Асинхронна робота з послідовним портом виключає блокування циклів, що важливо для забезпечення чіткої реакції системи на вхідні дії.

Інтерфейс у LabView доцільно доповнює апаратну частину. Його багаторівнева структура дозволяє легко адаптувати програму до різних лабораторних робіт, а графічне представлення сигналів робить взаємодію максимально наочною для студентів. Це рішення обрано не лише з міркувань зручності, а й тому, що LabView є стандартом в інженерному середовищі, отже – використання його в навчальному процесі підвищує якість підготовки фахівців.

Додатково, вбудована підтримка відеоспостереження та повна взаємодія через USB-інтерфейс відкриває перспективу дистанційного використання лабораторного комплексу. Студенти можуть подавати команди через ПК, отримувати відповіді, спостерігати за стендом у режимі реального часу без потреби перебування в лабораторії. Це робить систему ефективним інструментом для змішаного або повністю дистанційного навчання, що особливо актуально в сучасних умовах.

Усі прийняті рішення мають спільну ознаку – вони орієнтовані на практичну ефективність в умовах освітнього процесу. Проста структура, доступна елементна база, логічна функціональність і наочний інтерфейс забезпечують повне охоплення тем курсу з цифрової електроніки, зберігаючи при цьому гнучкість і масштабованість.

## **V Висновки**

У ході дослідження було створено лабораторно-методичну систему, що поєднує простоту апаратної реалізації з функціональністю, необхідною для якісного викладання основ цифрової електроніки. Всі етапи, від аналізу існуючих рішень до практичного тестування, підтвердили доцільність обраного підходу до побудови навчального стенду.

Запропонована система вирішує проблему недостатньої доступності сучасних лабораторних засобів, зберігаючи при цьому технічну відповідність типовим вимогам освітнього процесу. Сформульовані технічні вимоги дозволили точно визначити межі функціоналу, необхідного для ефективного засвоєння матеріалу. Апаратна частина на основі Arduino Nano та доступних модулів виявилася оптимальною для реалізації поставлених задач без надмірної складності та витрат.

Системне моделювання в середовищі Proteus підтвердило правильність логіки функціонування пристрою до етапу його фізичної реалізації. Написана прошивка Arduino та інтерфейс у LabView забезпечують зручну інтерактивну взаємодію з користувачем, що робить систему придатною для різнопланових лабораторних завдань.

Отримані результати узгоджуються з очікуваннями та підтверджують ефективність використання мікроконтролерного підходу в навчальних цілях. У порівнянні з раніше доступними громіздкими та дорогими стендами, розроблена система демонструє кращу адаптивність, зручність у використанні та гнучкість щодо модифікацій.

Наукова новизна дослідження полягає в поєднанні базових апаратних засобів із сучасними засобами візуального моделювання та керування, що дозволило реалізувати багатofункціональний лабораторний інструмент при мінімальних ресурсах.

Практичне значення полягає у можливості прямого впровадження створеного комплексу в навчальний процес технічних спеціальностей, а також у його подальшому розширенні для інших дисциплін. Система може стати основою для подальших науково-методичних розробок, у тому числі пов'язаних із вивченням мікроконтролерних систем, цифрової електроніки, електричних перетворень і систем візуального моніторингу.

## **Бібліографічні посилання**

1. Бех І. І., Левитський С. М. Цифрові пристрої: навчальний посібник. Київ: Видавнична лабораторія радіофізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2016. 336 с.
2. Оксанич А. П., Притчин С. Е., Волохов С. О. Проектування мікроконтролерних систем: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Кривий Ріг: Мінерал, 2010. 282 с.
3. Оксанич А. П., Притчин С. Е., Когдась М. Г. Програмні засоби мікроконтролерних систем малої автоматизації. Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2022. 202 с.
4. Шульга А. В., Кравченко В. І. Методика викладання цифрової електроніки з використанням мікроконтролерних платформ. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2020. № 67. С. 101–108. DOI: <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2020-67-101-108>
5. Ковальчук Р. М., Бойко І. С. Навчальні апаратно-програмні комплекси для вивчення мікроконтролерів у ЗВО. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2020. № 2. С. 87–93. DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2020-2-87-93>

6. Федоренко В. Г., Левченко Д. М. Організація лабораторних робіт з цифрової схемотехніки на основі Arduino Nano. Технічна електродинаміка. 2022. № 4. С. 92–98. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2022.04.092>
7. Марченко О. Ю. Формування компетентностей з цифрової електроніки засобами мікроконтролерних технологій. Системи управління, навігації та зв'язку. 2021. № 1(63). С. 141–146. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.1.141>
8. Бондаренко М. Ф., Шевченко І. В. Навчальні стенди на базі мікроконтролерів для дослідження логічних елементів. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2020. Т. 84, № 1. С. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v84i1.1765>
9. Гончаренко І. С., Пилипенко О. М. Інтеграція Arduino Nano в навчальні лабораторні роботи з цифрової електроніки. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2021. Вип. 6(131). С. 54–60. DOI: <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2021.6.54-60>
10. Костенко О. В., Коваленко С. М. Використання платформи Arduino у навчанні цифрової електроніки майбутніх інженерів. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2021. № 2. С. 72–79. DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2021.233489>
11. Кузьменко В. А., Лисенко О. П. Застосування середовища LabVIEW у лабораторному практикумі з цифрової схемотехніки. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інформатика та моделювання. 2019. № 28. С. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2019.28.06>
12. Proteus Design Suite: навчальний посібник. URL: <https://labcenter.s3.amazonaws.com/downloads/Tutorials.pdf> (дата звернення 03.08.2024).
13. Павленко М. О., Савченко О. В. Використання LabVIEW для моделювання та дослідження цифрових пристроїв. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Автоматизація та приладобудування. 2021. № 3. С. 33–39. DOI: <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2021.3.05>
14. Сидоренко Ю. В., Ткаченко Д. В. Дослідження цифрових логічних схем з використанням апаратно-програмних платформ. Системи обробки інформації. 2020. № 4(163). С. 98–104. DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2020.163.12>
15. Руденко О. Г., Мельник А. О. Мікроконтролерні системи в освітньому процесі підготовки фахівців з електроніки. Електротехніка і електромеханіка. 2022. № 1. С. 63–69. DOI: <https://doi.org/10.20998/2074-272X.2022.1.10>
16. Стаття про широтно-імпульсну модуляцію (PWM). URL: <https://control.com/technical-articles/understanding-the-basics-of-pulse-width-modulation-pwm/> (дата звернення 11.08.2024).
17. Дяченко О. П. Формування практичних навичок роботи з мікроконтролерами у студентів інженерних спеціальностей. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2019. № 62. С. 134–140. DOI: <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2019-62-134-140>
18. Бабенко О. С., Нікітін В. О. Реалізація логічних елементів і тригерів у навчальних макетах на базі Arduino. Наукові праці ДонНТУ. Серія: Електротехніка і енергетика. 2019. № 2(21). С. 56–62. DOI: <https://doi.org/10.31474/1996-1588-2019-2-56-62>

## References

1. Bekh, I. I., & Levytskyi, S. M. (2016). Digital devices (Textbook). Kyiv, Ukraine: Publishing Laboratory of the Radiophysics Faculty, Taras Shevchenko National University of Kyiv.
2. Oksanych, A. P., Prytchyn, S. E., & Volokhov, S. O. (2010). Design of microcontroller systems (Textbook for higher education students). Kryvyi Rih, Ukraine: Mineral.
3. Oksanych, A. P., Prytchyn, S. E., & Kondas, M. H. (2022). Software tools of microcontroller systems for small automation. Kremenchuk, Ukraine: PP Shcherbatykh O. V.
4. Shulha, A. V., & Kravchenko, V. I. (2020). Methodology of teaching digital electronics using microcontroller platforms. Problems of Engineering and Pedagogical Education, (67), 101–108. <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2020-67-101-108>
5. Kovalchuk, R. M., & Boiko, I. S. (2020). Educational hardware and software complexes for studying microcontrollers in higher education institutions. Information Technology and Computer Engineering, (2), 87–93. <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2020-2-87-93>
6. Fedorenko, V. H., & Levchenko, D. M. (2022). Organization of laboratory work on digital circuit design based on Arduino Nano. Technical Electrodynamics, (4), 92–98. <https://doi.org/10.15407/techned2022.04.092>
7. Marchenko, O. Yu. (2021). Formation of digital electronics competencies using microcontroller technologies. Control, Navigation and Communication Systems, 1(63), 141–146. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.1.141>
8. Bondarenko, M. F., & Shevchenko, I. V. (2020). Educational stands based on microcontrollers for studying logic elements. Scientific Works of Odessa National Academy of Food Technologies, 84(1), 112–118. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v84i1.1765>
9. Honcharenko, I. S., & Pylypenko, O. M. (2021). Integration of Arduino Nano into educational laboratory work on digital electronics. Bulletin of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 6(131), 54–60. <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2021.6.54-60>
10. Kostenko, O. V., & Kovalenko, S. M. (2021). Using the Arduino platform in teaching digital electronics to future engineers. Bulletin of Cherkasy State Technological University. Technical Sciences Series, (2), 72–79. <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2021.233489>
11. Kuzmenko, V. A., & Lysenko, O. P. (2019). Application of the LabVIEW environment in laboratory practice on digital circuit design. Bulletin of the National Technical University “KhPI”. Series: Informatics and Modeling, (28), 45–51. <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2019.28.06>
12. Labcenter Electronics. (2024). Proteus Design Suite: Tutorials. URL: <https://labcenter.s3.amazonaws.com/downloads/Tutorials.pdf>

13. Pavlenko, M. O., & Savchenko, O. V. (2021). Using LabVIEW for modeling and research of digital devices. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Automation and Instrument Engineering, (3), 33–39. <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2021.3.05>
14. Sydorenko, Yu. V., & Tkachenko, D. V. (2020). Research of digital logic circuits using hardware and software platforms. Information Processing Systems, 4(163), 98–104. <https://doi.org/10.30748/soi.2020.163.12>
15. Rudenko, O. H., & Melnyk, A. O. (2022). Microcontroller systems in the educational process of training electronics specialists. Electrical Engineering and Electromechanics, (1), 63–69. <https://doi.org/10.20998/2074-272X.2022.1.10>
16. Control.com. (2024). Understanding the basics of pulse width modulation (PWM). <https://control.com/technical-articles/understanding-the-basics-of-pulse-width-modulation-pwm/>
17. Diachenko, O. P. (2019). Formation of practical skills in working with microcontrollers among engineering students. Problems of Engineering and Pedagogical Education, (62), 134–140. <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2019-62-134-140>
18. Babenko, O. S., & Nikitin, V. O. (2019). Implementation of logic elements and flip-flops in educational models based on Arduino. Scientific Works of Donetsk National Technical University. Series: Electrical Engineering and Power Engineering, 2(21), 56–62. <https://doi.org/10.31474/1996-1588-2019-2-56-62>



**Уца Микола Олександрович.**

Здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», кафедра автоматизації та інформаційних систем, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.  
E-mail: [kolya.utsa@gmail.com](mailto:kolya.utsa@gmail.com)

**Utsa Mykola Oleksandrovych.**

First (bachelor's) level higher education student majoring in 151 'Automation and Computer-Integrated Technologies', Automation and Information Systems Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Universytetska, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600.  
E-mail: [kolya.utsa@gmail.com](mailto:kolya.utsa@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1134-6721>



**Когдась Максим Григорович.**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації та інформаційних систем, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600.  
E-mail: [kogdashmax@gmail.com](mailto:kogdashmax@gmail.com)

**Kohdas Maksym Hryhorovych.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automation and Information Systems Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Universytetska, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600.  
E-mail: [kogdashmax@gmail.com](mailto:kogdashmax@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7208-2680>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/1649749/maksim-kogdash/>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202277549>

**Citation (APA):**

Utsa, M., Kohdas, M. (2025). Development of a Laboratory and Methodological Complex for Studying Digital Electronics. Engineering and Educational Technologies, 13 (3), 30–41. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.03>

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):**

Уца М. О., Когдась М. Г. Розробка лабораторно-методичного комплексу з вивчення цифрової електроніки / Інженерні та освітні технології. 2025. Т. 13. № 3. С. 30–41. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.03>

**Обсяг статті:** сторінок – 12 ; умовних друк. аркушів – 1,738.

DOI <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.04>  
UDC 37:004:378.147

## Artificial Intelligence in The Study of Chemistry in Universities

Khobotova, E., Datsenko, V.\*

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

Received: 30.08.2025

Accepted: 22.09.2025

**Abstract.** The article reviews the use of artificial intelligence (AI) in higher education, which provides an understanding of the main aspects of AI in education: the use of AI tools to solve educational problems; solving problems of student engagement, educational inequality and time restrictions; the development of human intelligence alongside AI. The main roles that AI takes on in education in higher education institutions are indicated. The novelty of the results obtained lies in highlighting the positive and negative aspects of the application of AI in education, problematic aspects of the use of AI in teaching chemistry and unresolved issues. The most effective possibilities of using generative AI in conducting educational classes in the discipline of "Chemistry" and at the highest scientific level in conducting scientific chemical research have been identified. The results of the study show that generative AI can be used in educational classes in chemistry as a tool for creating an illustrative series, as an opponent, in monitoring with refinement of analytics and with the creation of generalized models. The advantages of AI in the study of chemistry in conducting student scientific research are considered: in analyzing large databases, identifying molecular properties, modeling molecular structure, predicting chemical reactivity and properties of substances, creating innovations in chemical research. AI can also provide a reduction in dependence on chemical experimentation. An example of our own experience using Chat GPT when conducting scientific research with students is given: existing approaches to the synthesis of ferrites are analyzed, the most optimal strategy for the synthesis of copper-zinc ferrites is selected, a generalized model of possible properties of ferrites as useful technical materials is created and methods for their research are analyzed. The synthesized ferrites have proven themselves as photocatalysts, oxidizers, sorbents, compounds with superparamagnetic properties. The practical value of the article lies in the fact that it provides stakeholders parties with information about the positive and negative features of the use of generative AI in higher education and specifically in the study of chemistry.

**Key words:** higher education; teaching methods; artificial intelligence; discipline "Chemistry"; educational activities; student scientific research.

## Штучний інтелект при вивченні хімії у закладах вищої освіти

Хоботова Е. Б., Даценко В. В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

**Анотація.** У статті здійснено огляд використання штучного інтелекту (ШІ) у вищій школі, з якого зрозуміло основні аспекти ШІ в освіті: використання інструментів ШІ для вирішення навчальних проблем; вирішення проблем залучення студентів, освітньої нерівності та тимчасових обмежень; розвиток людського інтелекту поряд з ШІ. Позначено основні ролі, які бере на себе ШІ при навчанні у вищих навчальних закладах. Новизна одержаних результатів полягає у висвітленні позитивних та негативних аспектів при застосуванні ШІ в освіті, проблемних моментів використання ШІ при навчанні хімії та невирішених питань. Виявлено найбільш ефективні можливості використання генеративного ШІ при проведенні навчальних занять з дисципліни «Хімія» і на вищому науковому рівні при проведенні наукових хімічних досліджень. Результати проведеного дослідження показують, що генеративний ШІ можливо використовувати на навчальних заняттях з хімії як інструмент для створення ілюстративного ряду, в якості опоненту, при моніторингу з уточненням аналітики та зі створенням узагальнених моделей. Розглянуто переваги ШІ у вивченні хімії при проведенні студентських наукових досліджень: при аналізі великих баз даних, виявленні молекулярних властивостей, моделюванні молекулярної структури, прогнозуванні хімічної реактивності та властивостей речовин, створенні інновацій в хімічних дослідженнях. ШІ також може забезпечити зменшення залежності від хімічного експерименту. Наведено приклад власного досвіду при використанні Chat GPT при проведенні наукових досліджень спільно зі студентами: проаналізовано

\* **Corresponding Author:** Datsenko Vita Vasyivna. E-mail: [dacenkovita14@gmail.com](mailto:dacenkovita14@gmail.com)  
Kharkiv National Automobile and Highway University, st. Yaroslava Mudrogo, 25, Kharkiv, Ukraine, 61002.

**Відповідальний автор:** Даценко Віта Василівна. E-mail: [dacenkovita14@gmail.com](mailto:dacenkovita14@gmail.com)  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, Україна, 61002.

існуючі підходи до синтезу феритів, обрано найбільш оптимальну стратегію для синтезу мідно-цинкових феритів, створено узагальнену модель можливих властивостей феритів як корисних технічних матеріалів та обрано оптимальні методи їх дослідження. Синтезовані ферити проявили себе як фотокаталізатори, окисники, сорбенти, сполуки з суперпарамагнітними властивостями. Практична цінність статті полягає в тому, що вона надає зацікавленим сторонам інформацію про позитивні та негативні особливості використання генеративного ШІ у вищій школі і конкретно при вивченні хімії.

**Ключові слова:** вища освіта; методи навчання; штучний інтелект; дисципліна «Хімія»; навчальні заняття; студентські наукові дослідження.

## I Вступ

В даний час студенти вступили в епоху освіти 21-го століття, що відображає значну трансформацію в парадигмі навчання. Викладачі вищих навчальних закладів також стикаються з вимогами завжди бути креативними та інноваційними у викладанні дисциплін [1]. Досягнення в галузі штучного інтелекту (ШІ), створення великих баз даних Інтернету принесли нові можливості в сферу інформаційно-комунікаційних технологій [1, 2]. ШІ став головним каталізатором кардинальної трансформації в різних галузях науки і освіти. ШІ може зробити революцію в освіті, вирішуючи ключові проблеми та покращуючи людський інтелект. Можна виділити *три основні аспекти ШІ в освіті*: використання інструментів ШІ для вирішення освітніх проблем, зміна освіти з метою зосередження уваги на людському інтелекті у світі, керованому ШІ, та навчання людей ШІ для безпечного та ефективного використання [3]. Інструменти ШІ, такі як адаптивні шляхи навчання, автоматична оцінка та персоналізований зворотний зв'язок, можуть допомогти викладачам у вирішенні таких проблем, як залучення студентів, освітня нерівність та тимчасові обмеження. Дуже важливим є розвиток освіти для розвитку людського інтелекту поряд з ШІ. Необхідний розвиток міждисциплінарного академічного інтелекту, метакогнітивного інтелекту та самоефективності, що сприймається для підготовки студентів до майбутнього, орієнтованого на ШІ.

Впровадження технологій ШІ є багатограним процесом, що викликає широке обговорення у представників сфери освіти на всіх рівнях. На цьому етапі стало зрозумілим наявність як великих переваг використання Chat GPT та його аналогів, а й виникаючих у зв'язку з цим проблем. Тому є актуальним виявлення додаткових можливостей використання генеративного ШІ у вищій освіті в цілому та конкретно при вивченні певних дисциплін, зокрема хімії. Виявлення проблемних моментів і невирішених питань, розуміння особливостей застосування інструментів ШІ при проведенні звичайних навчальних занять і на рівні студентських наукових досліджень сприяє суттєвому підвищенню ефективності навчального процесу. Подібні дослідження є цікавими для викладачів та студентів, які приймають участь у навчанні за різними хімічними спеціальностями у класичних та технічних університетах.

*Основною метою дослідження* є аналіз попередніх досліджень про застосування ШІ при вивченні хімії та ознайомлення з власним досвідом використання Chat GPT. Дане дослідження також спрямоване на висвітлення невирішених питань та проблемних моментів при використанні генеративного ШІ у вищій школі.

## II Матеріал і методи дослідження

Стратегії навчання ШІ повинні включати підвищення обізнаності студентів, забезпечення навчання викладачів, стратегічне планування, нарощування потенціалу та етичних міркувань під час впровадження ШІ до вищих навчальних закладів [3].

*Основні ролі, які бере на себе ШІ* є наступні [4]: двигун можливостей. ШІ генерує альтернативні способи вираження ідей; опонент. ШІ виступає як опонент для розробки аргументу; тренер із співпраці. ШІ допомагає групам досягати та вирішувати проблеми; планувальник навчальних занять. ШІ допомагає викладачу у плануванні заняття чи додаткового заходу; генератор тестів. ШІ допомагає викладачу створювати тести з кількома варіантами відповідей; персональний репетитор. ШІ навчає студентів та дає негайний зворотний зв'язок; динамічний оцінювач. ШІ надає педагогам профіль кожного студента; дизайнер. ШІ допомагає протягом усього процесу проектування; інструментарій. ШІ надає інструменти для виявлення, вивчення та інтерпретації даних.

У контексті хімії ШІ відкрив двері для значних змін у тому, як ми розуміємо, аналізуємо та застосовуємо знання про молекулярну структуру, реакційну здатність і дизайн хімічних речовин. Застосування ШІ у навчанні хімії містить кілька важливих аспектів. Одним із них є передбачення

молекулярних властивостей, він надає можливість прогнозувати хімічні властивості на основі молекулярної структури. Це має великий вплив на структуру нових молекул, розробку ліків і дизайн матеріалів, які мають бажані властивості. ШІ зробив більш ефективним моделювання молекулярних структур [2]. Другим аспектом є те, що використання ШІ в хімії передбачає аналіз великих об'ємів даних, що дозволяє отримувати цінну інформацію про властивості молекул або хімічні взаємодії. Ще одним аспектом є кращий доступ студентів-хіміків до вдосконалених та персоналізованих інструментів навчання, складних прогностичних моделей для розуміння молекулярних властивостей речовин, симуляції хімічних реакцій, вони можуть передбачити експериментальні результати з високим ступенем точності [5].

ШІ глибоко проникає і в хімічні дослідження, які проводяться на всіх хімічних кафедрах університетів. У роботі [6] показано розвиток штучної нейронної мережі Chemception, яка призначена для прогнозування молекулярних властивостей з вищою продуктивністю, ніж у традиційних моделей. У статті [7] показано використання підходу нейронно-символічного машинного навчання для прогнозування хімічних реакцій ретросинтезу, який є ключовим процесом в органічній хімії. Автори поєднали методи машинного навчання з символічними представленнями в органічній хімії. Це може мати серйозні наслідки для розуміння та розробки процесів молекулярного синтезу. Авторами [8] створено платформу для тестування та порівняння різних підходів до машинного навчання для прогнозування властивостей молекул. Метою є забезпечення надійних і послідовних стандартів оцінювання для дослідників, які займаються розробкою алгоритмів і машинним навчанням у хімії. Це вносить важливий внесок у зміцнення бази знань про ефективність методів машинного навчання для прогнозування молекулярних властивостей і є дуже корисним довідковим матеріалом у порівнянні ефективності різних алгоритмів у хімічному контексті. Обговорюється [2] використання підходу багатозадачного глибокого навчання в контексті фармацевтичної промисловості. Використовуючи глибокі методи навчання, ця стаття намагається інтегрувати та вивчати кілька завдань одночасно, наприклад, прогнозування біологічної активності або молекулярних властивостей хімічних сполук. Знайдено підхід [9] до автоматичного молекулярного проектування на основі певних даних. Підхід спрямований на автоматичне створення нових молекул із бажаними властивостями на основі безперервного представлення молекулярної структури, що дозволяє ефективно моделювати будову молекул та використовувати методи машинного навчання для прогнозування властивостей або функцій отриманих молекул. Такі підходи створюють міцну основу для більш автоматизованих та інноваційних підходів до молекулярного дизайну в хімії. Автори статті [10] обговорюють застосування техніки машинного навчання в молекулярній і матеріалознавчій сферах. Показано, що машинне навчання стало дуже корисним інструментом для прогнозування, аналізу, та проектування властивостей нових молекул і матеріалів. Автори пояснюють різні застосування машинного навчання для прогнозування властивостей матеріалів і пошуку бажаних молекулярних структур, а також ілюструють, як ця технологія прискорила прогрес у галузі хімії та дослідження матеріалів.

Використовувалися наступні методи дослідження: описово-якісний метод, теоретичний та методологічний аналіз наукової та навчально-методичної літератури. Збір даних здійснювали із джерел, які відповідають темі дослідження, а саме застосування ШІ в освіті та у навчанні хімії.

### **III Результати**

#### *Використання генеративного ШІ на навчальних заняттях з дисципліни «Хімія».*

Ми застосовували ШІ у навчальному процесі в різних якостях. Найчастіше Chat GPT використовувався студентами для надиктування тексту з аналізом контексту, як інструмент для створення ілюстративного ряду, презентацій для докладів студентів при захисті рефератів, на конференціях різних рівнів. Викладачі також використовували ШІ для створення презентацій для різних видів навчальних занять.

Крім того, ШІ використовувався групами студентів як потужний інструмент моніторингу для більш точної аналітики, для визначення певної проблеми. Наприклад, за допомогою Chat GPT студенти створювали узагальнену модель явища (процесу, властивостей хімічних сполук) у вигляді схеми чи ілюстрації. При цьому кожен із студентів привносив щось своє. Правильність побудови моделі перевірялася за наявністю всіх компонентів явища, послідовності перебігу процесу з досягненням

кінцевого результату тощо. Створення за подібним принципом лекційної презентації викладачами кафедри наведено на рис. 1.

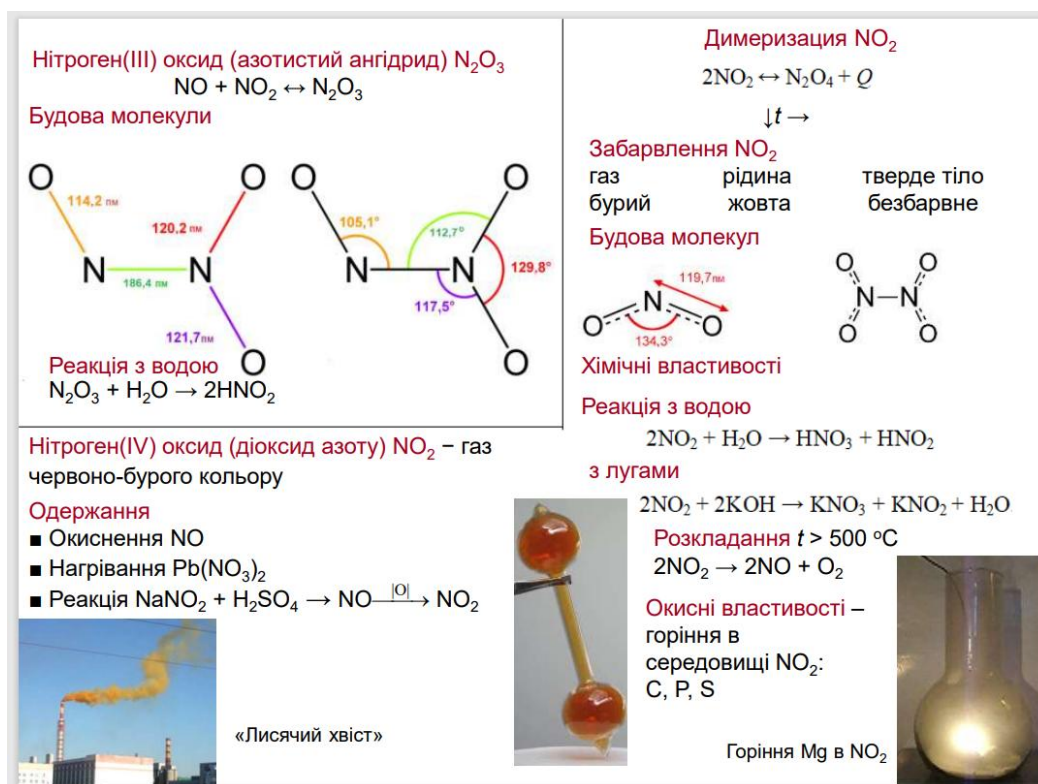


Рис. 1. Презентація до розділу «Нітроген», зміст якої оптимізований за допомогою ШІ

Вклад ШІ в даному випадку полягав в оптимізації змісту, з'єднанні на одному аркуші схем структур молекул оксидів Нітрогену, їх фізичних і хімічних властивостей, а також у підборі ілюстраційного матеріалу. Деякі перетворення було запропоновано подати у вигляді ланцюжків перетворень. Як результат досягнуто повного заповнення аркуша без перевантаження та з повним об'ємом знань, які мають бути у студента з цього питання.

Штучний інтелект також міг виступати як опонент: поспілкувавшись із ШІ в рамках певної теми, студенти повинні були написати аргументоване есе та подати його у форумі в електронному курсі-ресурсі. Це дуже важливо на заключному етапі вивчення певного розділу дисципліни. Це допомагало студентам вибрати необхідний матеріал, відсіяти все непотрібне, класифікувати процеси, властивості речовин, дотриматись логічної послідовності у викладі суті проблеми.

*Переваги ШІ у вивченні хімії при проведенні наукових досліджень.*

Значна частина студентів цікавиться проведенням наукових досліджень із ранніх курсів навчання, тому доцільно розглядати аспекти використання ШІ студентами на більш глибокому науковому рівні. Основні напрями використання ШІ в даному плані та очікувані результати і розширення можливостей для досліджень представлені в таблиці 1.

Власний досвід при використанні ШІ при проведенні наукових досліджень спільно зі студентами полягав у вивченні нами методів синтезу та властивостей мідно-цинкових феритів. Ми використовували комбінацію таких функцій генеративного ШІ, як аналіз даних, прогнозування та створення узагальненої моделі. За допомогою Chat GPT ми проаналізували існуючі підходи та методи синтезу феритів, вибрали найбільш оптимальну стратегію для синтезу фериту із вмістом міді та цинку. Далі студентами за допомогою ШІ була створена узагальнена модель можливих властивостей феритів як корисних технічних матеріалів, обрані властивості феритів найцікавіші для нашого дослідження та методи їх дослідження. Синтезовані мідно-цинкові ферити проявили себе як фотокаталізатори, окисники, сорбенти, у них виявлено суперпарамагнітні властивості. На рис. 2 представлена одна з презентацій для наукового

докладу, матеріал до якої було відібрано за допомогою ШІ з великого обсягу експериментальних даних як найбільш доказовий щодо фізико-хімічних властивостей феритів.

Табл. 1. Напрями використання генеративного ШІ у наукових хімічних дослідженнях та їх переваги

Напрямок використання ШІ	Переваги використання ШІ
Прогнозування молекулярних властивостей на основі молекулярної структури	Висока точність прогнозів реакційної здатності, стабільності або інших властивостей молекули.
Моделювання молекулярної структури	Використовуючи методи машинного навчання та нейронні мережі, ШІ може пришвидшити процес моделювання молекулярних структур, забезпечуючи ефективнішу розробку нових молекул.
Аналіз великих баз хімічних даних	ШІ здатний швидко обробляти й аналізувати великі об'єми хімічних даних, допомагаючи витягувати приховані закономірності, зв'язки та тенденції.
Прогнозування хімічної реактивності та властивостей речовин	ШІ дозволяє точніше прогнозувати хімічну реакційну здатність, дозволяючи розробляти нові технічні матеріали зі спеціальними властивостями, більш ефективні хімічні каталізатори і нові ліки.
Зменшення залежності від експерименту	Завдяки високим можливостям прогнозування ШІ може допомогти зменшити кількість повторюваних експериментів, заощадивши час і ресурси хімічних досліджень.
Інновації в хімічних дослідженнях	Застосування ШІ в хімії відкриває двері для проривів, прискорює відкриття нових хімічних речовин і забезпечує глибше розуміння молекулярних властивостей.
Оптимізація хімічного процесу	Завдяки кращим можливостям прогнозування та моделювання ШІ може допомогти оптимізувати хімічні процеси та підвищити ефективність виробництва та якість продукції.

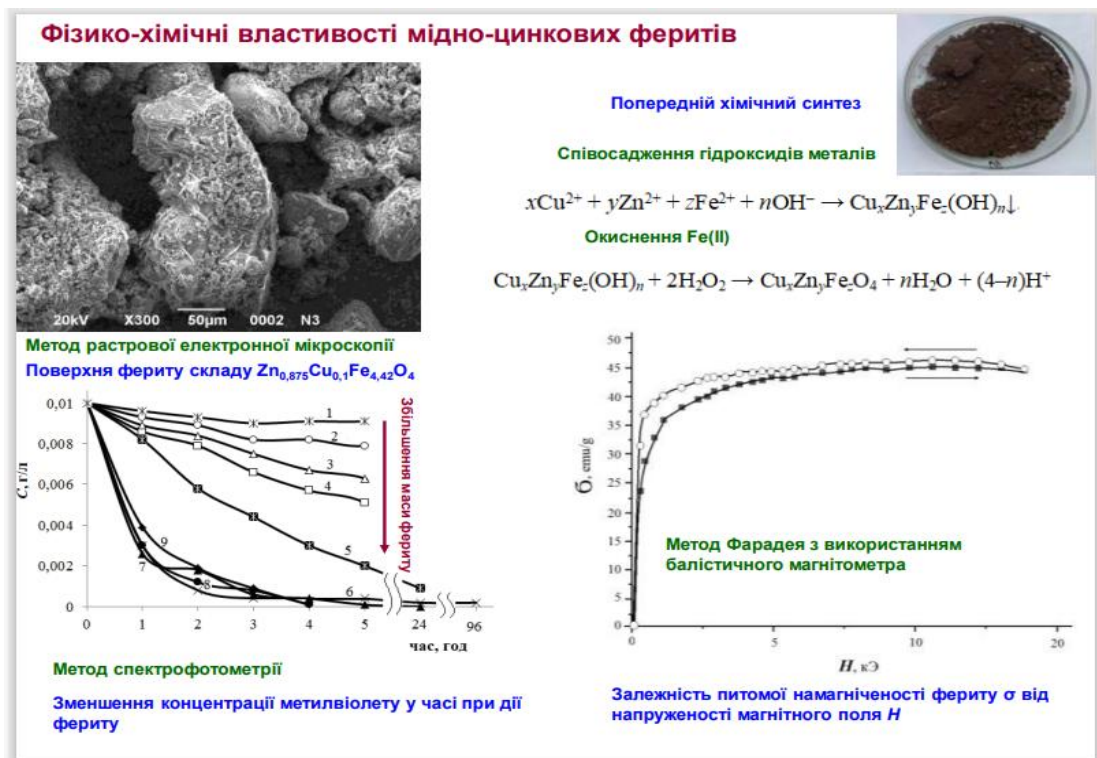


Рис. 2. Презентація до наукового доповіді з властивостей синтезованих феритів

#### IV Обговорення

*Проблеми, з якими стикаються під час впровадження ШІ у навчання хімії.*

1. Якість і кількість відповідних хімічних даних часто є проблемою, доступні бази даних обмежені в охопленні або різноманітності, що може вплинути на точність і узагальнення побудованих моделей. Доступність даних обмежується мовою, на якій робиться запит. Найбільш розширена база даних ШІ англійською мовою. Тому при поганому володінні студентами цією мовою, при некоректно або неправильно сформульованому питанні можна отримати спрощену відповідь або взагалі її відсутність.

2. Перевірка моделі. Складні моделі часто важко інтерпретувати. Це може бути проблемою в хімії, де важливість розуміння молекулярної структури та взаємодій є ключовою.

3. Етика та безпека. Конфіденційні дані в хімічних дослідженнях необхідно зберігати в безпеці, особливо під час використання методів ШІ, які потребують доступу до конфіденційних даних або цінних експериментів. Використання ШІ під час вивчення хімії також викликає етичні питання щодо відповідального використання цієї технології, наприклад, при розробці нових ліків або біологічно-активних хімічних речовин.

4. Алгоритмічні та обчислювальні обмеження. Алгоритми ШІ не є досконалими та все ще мають обмеження в розумінні складних моделей у хімічних даних. Використання технології ШІ в хімії вимагає потужної обчислювальної інфраструктури для обробки та аналізу великих об'ємів даних, що може стати перешкодою для деяких дослідників.

5. Інтеграція зі знаннями домену. Розуміння результатів ШІ в хімічному контексті та їх інтеграція з наявними хімічними знаннями є додатковим викликом.

6. Майбутні виклики. Постійне розширення хімічних знань і технологій ШІ вимагає постійного оновлення існуючих моделей, що вимагає додаткових досліджень.

Вирішення цих проблем вимагатиме співпраці між хіміками, комп'ютерниками та експертами зі ШІ, щоб подолати обмеження, покращити інтерпретацію та забезпечити безпеку та етику застосування ШІ у навчанні хімії.

*Невирішені загальні питання використання ШІ, що напряму пов'язані з освітою.*

Існує нове соціально-психологічне явище у вигляді формування певної залежності від ШІ, яке треба вивчати з погляду різних міжкультурних відмінностей особистості.

Зареєстрований прихований негативний вплив Chat GPT на когнітивне функціонування особистості учнів, студентів, дорослих.

У цьому плані нами було проведено наступне дослідження: групу студентів розділили на дві підгрупи, одній із яких дозволили вільно користуватися Chat GPT при відповідях на заняттях. Їх відповіді були більш розгорнутими та аргументованими. Однак при кінцевому тестуванні, проведеному у традиційному вигляді за допомогою тестових завдань різних типів та рівнів складності, студенти цієї підгрупи показали нижчий рівень знань та вмінь. Це ще раз наголошує на тому, що використання генеративного ШІ в освіті має невирішені проблеми та ризики соціального значення.

Залишаються невирішеними питання використання згенерованих ШІ текстів.

Оскільки вони вперше створені, то системи антиплагіату не фіксують їх як плагіат і в той же час цей текст не є продуктом розумової діяльності самого студента. Тому можлива заміна істинного процесу навчання штучним інтелектом, а не його використання як допоміжного інструменту. Також відомо, що ШІ може вигадувати не лише посилання, а й самі факти. Тобто існує ризик, що, використовуючи Chat GPT в якості репетитору, студенти можуть дізнатися щось, відмінне від істинних фактів, явищ і процесів або від того, що їм належить знати.

Залишаються відкритими питання інформаційної безпеки при використанні ШІ, так як Chat GPT спирається на весь масив інформації, що існує у світі, включаючи дані засобів масової інформації, що особливо небезпечно в період військової агресії по відношенню до України. Так, залежно від мови спілкування із ШІ суттєво змінюються відповіді, які дає ШІ, зокрема, що стосуються політики, військових дій, належності території тощо.

## V Висновки

Проаналізовано значущість інтеграції ШІ в освіту та його основні ролі: двигун можливостей при генерації альтернативних способів вираження ідеї; опонент для розробки аргументу; тренер із співпраці груп студентів; планувальник навчальних занять; генератор тестів різних рівнів складності; персональний репетитор; динамічний оцінювач з наданням профілю кожного студента; дизайнер; ШІ надає інструменти для виявлення, вивчення та інтерпретації даних.

Показано, що ШІ може ефективно використовуватися як під час проведення навчальних занять з хімії, так і в наукових дослідженнях спільно зі студентами, наголошено на перевагах такого підходу. ШІ може швидко обробляти й аналізувати великі хімічні дані, дозволяючи виділяти приховані закономірності, зв'язки та тенденції зі складних наборів даних. Застосування ШІ у вивченні хімії відкриває двері для проривів, прискорює відкриття нових хімічних речовин і забезпечує глибше розуміння молекулярних властивостей. ШІ не тільки покращує процес навчання хімії, але також вносить серйозні зміни в те, як проводяться хімічні дослідження та розробки. Це надає можливості для подальших інновацій у галузі хімії та забезпечує міцну основу для майбутнього прогресу. Автори знайомлять із власним досвідом при використанні ШІ при проведенні наукових досліджень.

У перспективі буде актуальним вирішення виявлених проблеми, з якими стикаються під час впровадження технологій ШІ під час навчання хімії, а також невирішених загальних питань використання ШІ в освіті.

## Бібліографічні посилання

1. Akbar J. S., Djakariah D. Application of artificial intelligence (AI) in learning chemistry. JESOC. 2024. № 1(2). PP. 41–45. URL: <https://jurnal.devitara.or.id/index.php/pendidikan> (accessed date 20.06.2025).
2. Ramsundar B., Liu B., Wu Z., Verras A., Tudor M., Sheridan R. P., Pande V. Is multitask deep learning practical for pharma? JCIM. 2017. № 57(8). PP. 2068–2076. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.7b00146>
3. Chaudhry M. A., Cukurova M., Luckin R. A transparency index framework for AI in education. In: Rodrigo M. M., Matsuda N., Cristea A. I., Dimitrova V. (eds). Artificial intelligence in education: Posters and late breaking results, workshops and tutorials, industry and innovation tracks, practitioners' and doctoral consortium. AIED 2022. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer, 2022. Vol. 13356. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-11647-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11647-6_33)
4. Darvishi A., Khosravi H., Sadig S., Gasevic D., Siemens G. Impact of AI assistance on student agency. Computers & Education. 2024. № 210. Article 104967. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.10004967>
5. Akbar J. S., Dasna I. W., Wonorahardjo S. The effect of guided inquiry-based practicum learning and prior knowledge on learning outcomes and science process skills of high school students on solubility and solubility products. Jurnal Pendidikan Sains. 2019. № 7(3). PP. 80–84
6. Goh G. B., Siegel C., Vishnu A., Hodas N. O. Chemception: A deep neural network with minimal chemistry knowledge matches the performance of expert-developed QSAR/QSPR models. 2017. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.06689>
7. Segler M. H., Waller M. P. Neural-symbolic machine learning for retrosynthesis and reaction prediction. Chem. Eur. J. 2017. № 23(25). PP. 5966–5971. DOI: <https://doi.org/10.1002/chem.201605499>
8. Wu Z., Ramsundar B., Feinberg E. N., Gomes J., Geniesse C., Pappu A. S., Pande V. MoleculeNet: a benchmark for molecular machine learning. Chem. Sci. 2018. № 9(2). PP. 513–530. DOI: <https://doi.org/10.1039/c7sc02664a>
9. Gómez-Bombarelli R., Wei J. N., Duvenaud D., Hernández-Lobato J. M., Sánchez-Lengeling B., Sheberla D., Aspuru-Guzik A. Automatic chemical design using a data-driven continuous representation of molecules. ACS Central Science. 2016. № 4(2). PP. 268–276. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.02415>
10. Butler K. T., Davies D. W., Cartwright H., et al. Machine learning for molecular and materials science. Nature. 2018. № 559. PP. 547–555. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0337-2>
11. Андрощук А., Малюга О. Використання штучного інтелекту у вищій освіті: стан і тенденції. International Science Journal of Education & Linguistics. 2024. Т. 2. № 3. С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjel.20240302.04>
12. Ситник Л. Г. Навчання основам штучного інтелекту. Імідж сучасного педагога. (2025). № 3(222). С. 12–16. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-3\(222\)-12-16](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-3(222)-12-16)
13. Ілійчук Л. Штучний інтелект і якість освіти: можливості, виклики та загрози. Науково-педагогічні студії. 2024. № 8. С. 232–248. DOI: <https://doi.org/10.32405/2663-5739-2028-8-232-248>
14. Романенко Т. В., Ткаченко А. В., Власенко В. М. Засоби штучного інтелекту для інформаційно-комунікаційної взаємодії у ЗВО. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2024. № 212. С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-44-50>
15. Коломієць А., Кушнір О. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2024. № 70. С. 45–57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>

16. Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. Фізико-математична освіта. 2023. Т. 38. № 1. С. 48–53. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>
17. Дуценко О. Огляд наукових підходів до використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. Освітологічний дискурс. 2024. Т. 46. Вип. 3. С. 6–22. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829/2024.3.1>
18. Гриценчук О. Використання штучного інтелекту в освіті: тенденції та перспективи в Україні та за кордоном. Вісник Кафедри ЮНЕСКО Неперервна професійна освіта XXI століття. (2024). Т. 2. № 10. С. 152–161. DOI: [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0012](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0012)
19. Паламар С., Науменко М. Штучний інтелект в освіті: використання без порушення принципів академічної чесності». Освітологічний дискурс. 2024. Т. 1. Вип. 44. С. 68–83. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.15>
20. Kumar A. Artificial Intelligence in Education: Revolutionizing Teaching and Learning. Journal of Asian Primary Education. 2024. Vol. 1. No. 1. PP. 63–67. DOI: <https://doi.org/10.59966/joape.v1i1.1207>

## References

1. Akbar, J. S., & Djakariah, D. (2024). Application of artificial intelligence (AI) in learning chemistry. JESOC, 1(2), 41–45. <https://jurnal.devitara.or.id/index.php/pendidikan>
2. Ramsundar, B., Liu, B., Wu, Z., Verras, A., Tudor, M., Sheridan, R. P., & Pande, V. (2017). Is multitask deep learning practical for pharma? JCIIM, 57(8), 2068–2076. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.7b00146>
3. Chaudhry, M. A., Cukurova, M., & Luckin, R. (2022). A transparency index framework for AI in education. In M. M. Rodrigo, N. Matsuda, A. I. Cristea, & V. Dimitrova (Eds.), Artificial intelligence in education: Posters and late breaking results, workshops and tutorials, industry and innovation tracks, practitioners' and doctoral consortium. AIED 2022 (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 13356). Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-11647-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-031-11647-6_33)
4. Darvishi, A., Khosravi, H., Sadig, S., Gasevic, D., & Siemens, G. (2024). Impact of AI assistance on student agency. Computers & Education, 210, 104967. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.10004967>
5. Akbar, J. S., Dasna, I. W., & Wonorahardjo, S. (2019). The effect of guided inquiry-based practicum learning and prior knowledge on learning outcomes and science process skills of high school students on solubility and solubility products. Jurnal Pendidikan Sains, 7(3), 80–84.
6. Goh, G. B., Siegel, C., Vishnu, A., & Hodas, N. O. (2017). Chemception: A deep neural network with minimal chemistry knowledge matches the performance of expert-developed QSAR/QSPR models. arXiv preprint arXiv:1706.06689. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.06689>
7. Segler, M. H., & Waller, M. P. (2017). Neural-symbolic machine learning for retrosynthesis and reaction prediction. Chemistry – A European Journal, 23(25), 5966–5971. DOI: <https://doi.org/10.1002/chem.201605499>
8. Wu, Z., Ramsundar, B., Feinberg, E. N., Gomes, J., Geniesse, C., Pappu, A. S., & Pande, V. (2018). MoleculeNet: A benchmark for molecular machine learning. Chemical Science, 9(2), 513–530. DOI: <https://doi.org/10.1039/c7sc02664a>
9. Gómez-Bombarelli, R., Wei, J. N., Duvenaud, D., Hernández-Lobato, J. M., Sánchez-Lengeling, B., Sheberla, D., & Aspuru-Guzik, A. (2016). Automatic chemical design using a data-driven continuous representation of molecules. ACS Central Science, 4(2), 268–276. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.02415>
10. Butler, K. T., Davies, D. W., Cartwright, H., Isayev, O., & Walsh, A. (2018). Machine learning for molecular and materials science. Nature, 559, 547–555. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0337-2>
11. Androshchuk, A., & Maluga, O. (2024). Use of artificial intelligence in higher education: state and trends. International Science Journal of Education & Linguistics, 3(2), 27–35. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjel.20240302.04>
12. Sytnyk, L. (2025). Teaching the basics artificial intelligence. Image of the Modern Pedagogue, (3(222)), 12–16. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-3\(222\)-12-16](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-3(222)-12-16)
13. Ilichuk, L. (2024). The Impact of Artificial Intelligence on the Quality of Education: Opportunities, Challenges and Threats. Research and Educational Studies, (8), 232-248. DOI: <https://doi.org/10.32405/2663-5739-2028-8-232-248>
14. Romanenko, T. V., Tkachenko, A. V., & Vlasenko, V. M. (2024). Artificial Intelligence Tools for Information and Communication Interaction in Institutions of Higher Education. Academic Notes. Series: Pedagogical Sciences, (212), 44-50. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-44-50>
15. Kolomiets, A., & Kushnir, O. (2024). Use of Artificial Intelligence in Educational and Scientific Activities: Opportunities and Challenges. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology, Theory, Experience, Problems, 70, 45-57. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
16. Marienko, M., & Kovalenko, V. (2023). Artificial Intelligence and Open Science in Education. Fiziko-matematična osvita, 38(1), 48–53. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>
17. Dushchenko, O. (2024). Review of Scientific Approaches to the use of Artificial Intelligence Technologies in the Educational Process. Educological Discourse, 46(3), 6–22. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829/2024.3.1>
18. Hrytsenchuk O. (2024). The Use of Artificial Intelligence in Education: Trends and Prospects in Ukraine and Abroad. UNESCO Chair Journal Lifelong Professional Education in the XXI Century, 2(10), 152–161. DOI: [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0012](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0012)
19. Palamar, S., & Naumenko, M. (2024). Artificial Intelligence in Education: Use Without Violating the Principles of Academic Integrity. Educological Discourse, 1(44), 68–83. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.15>
20. Kumar, A. (2024). Artificial Intelligence in Education: Revolutionizing Teaching and Learning. Journal of Asian Primary Education, 1(1), 63–67. DOI: <https://doi.org/10.59966/joape.v1i1.1207>



**Хоботова Еліна Борисівна.**

Доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії та хімічної технології,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, Україна, 61002.  
E-mail: elinahobotova@gmail.com

---

**Khobotova Elina Borysivna.**

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Chemistry and Chemical  
Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University,  
st. Yaroslava Mudrogo, 25, Kharkiv, Ukraine, 61002.  
E-mail: elinahobotova@gmail.com

---

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-5186>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602901694>

---



**Даценко Віта Василівна.**

Кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та хімічної технології,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, Україна, 61002.  
E-mail: dacenkovita14@gmail.com

---

**Datsenko Vita Vasylivna.**

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of  
Chemistry and Chemical Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University,  
st. Yaroslava Mudrogo, 25, Kharkiv, Ukraine, 61002,  
E-mail: dacenkovita14@gmail.com

---

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8331-8863>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005278577>

---

**Citation (APA):**

Khobotova, E., Datsenko, V. (2025). Artificial Intelligence in The Study of Chemistry in Universities. Engineering and Educational Technologies, 13 (3), 42–50. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.04>

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):**

Хоботова Е. Б., Даценко В. В. Штучний інтелект при вивченні хімії у закладах вищої освіти / Інженерні та освітні технології. 2025. Т. 13. № 3. С. 42–50. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.04>

**Обсяг статті:** сторінок – 9 ; умовних друк. аркушів – 1,304.

DOI <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.05>  
UDC 378.014.3:005.21

## Research into The Historical and Pedagogical Foundations of The Formation of The Educational Process Management System in Higher Education in A Retrospective Aspect

Rainchuk, V., Havryk, V., Opachko, M.\*

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Received: 01.09.2025

Accepted: 22.09.2025

**Abstract.** The article presents a comprehensive analysis of the historical and pedagogical foundations for the formation of the higher education management system in a retrospective perspective. Based on historical-genetic and systemic approaches, the evolution of managerial thought is traced – from the emergence of the first organizational forms in ancient civilizations to the establishment of modern educational management as an independent scientific field. It is substantiated that higher education management is a specific subsystem of social governance that changes in accordance with the sociocultural, political, and economic context of each era. The main stages of the development of management approaches are identified: the pre-modern (intuitive-organizational), the industrial (rational-bureaucratic), and the post-industrial (humanistic-innovative) stages. The contribution of classical theorists of management (F. Taylor, A. Fayol, H. Emerson, M. Weber, P. Drucker) to the development of basic managerial functions, later adapted to the educational sphere, is analyzed. The influence of Ukrainian scholars (F. Khmil, L. Karamushka, V. Bondar, L. Danylenko, O. Antonyuk, H. Yelnykova, V. Pikelna) on the conceptualization of educational governance in Ukraine is considered. Particular attention is paid to the paradigm shift in educational management: from a centralized, authoritarian model to democratic, adaptive, and strategic management focused on quality, autonomy, efficiency, and stakeholder engagement. Special emphasis is placed on the transition from rigid centralized administration to modern approaches grounded in strategic governance, partnership, autonomy, and quality-oriented educational services. It is argued that the effective modernization of educational management is only possible under conditions that holistically account for historical, cultural, political, and scientific factors, as well as a clear articulation of the conceptual foundations of university governance. The transformations of educational governance are examined through the example of Uzhhorod National University, which, since its founding in 1945, has undergone several shifts in management models – from rigid centralized control to a strategically oriented and innovative system of educational management. It is concluded that modern demands for professional training and society's call for high-quality education require a rethinking of the managerial component in higher education as a factor in the country's competitiveness under globalization.

**Key words:** educational management, higher education governance, historical and pedagogical foundations, content of management, management functions, research methodology, transformation of management.

## Дослідження історико-педагогічних засад формування системи управління освітнім процесом у вищій школі в ретроспективному аспекті

Райчук В. А., Гаврик В. Є., Опачко М. В.

Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

**Анотація.** У статті здійснено комплексний аналіз історико-педагогічних засад формування системи управління освітнім процесом у вищій школі в ретроспективному аспекті. На основі історико-генетичного та системного підходів простежено еволюцію управлінської думки від зародження перших організаційних форм у давніх цивілізаціях до становлення сучасного освітнього менеджменту як самостійної наукової галузі. Обґрунтовано, що управління вищою освітою є специфічною підсистемою соціального управління, яка змінюється відповідно до соціокультурного, політичного та економічного контексту епохи. Виокремлено основні етапи розвитку управлінських підходів: домодерний (інтуїтивно-організаційний), індустріальний (раціонально-бюрократичний),

**Corresponding Author:** Opachko Mahdalyna Vasylivna. E-mail: [magdalena.opachko@uzhnu.edu.ua](mailto:magdalena.opachko@uzhnu.edu.ua)  
Uzhhorod National University, Universytetska Street, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Region, 88000.

**Відповідальний автор:** Опачко Магдалина Василівна. E-mail: [magdalena.opachko@uzhnu.edu.ua](mailto:magdalena.opachko@uzhnu.edu.ua)  
Ужгородський національний університет, вул. Університетська, 14 Ужгород, Закарпатська область, 88000.

постіндустріальний (гуманістично-інноваційний). Розглянуто внесок класиків менеджменту (Ф. Тейлора, А. Файоля, Г. Емерсона, М. Вебера, П. Друкера) у формування базових функцій управління, які були адаптовані до освітньої сфери. Проаналізовано вплив українських науковців (Ф. Хміля, Л. Карамушки, В. Бондаря, Л. Даниленко, О. Антонюк, Г. Єльнікової, В. Пікельної) на концептуалізацію управління в освіті України. Акцент зроблено на зміні парадигми управління: від централізованої, авторитарної моделі до демократичного, адаптивного, стратегічного менеджменту, орієнтованого на якість, автономію, ефективність і стейкхолдерську взаємодію. Особливу увагу приділено переходу від жорсткого централізованого адміністрування до сучасних підходів, що ґрунтуються на принципах стратегічного управління, партнерства, автономії та орієнтації на якість освітніх послуг. Аргументовано, що ефективна модернізація управління освітнім процесом можлива лише за умов комплексного врахування історичних, культурних, політичних і наукових чинників, а також чіткого формулювання концептуальних основ розвитку управлінської діяльності в університетах. Досліджено трансформації управління в освіті на прикладі Ужгородський національний університет, який з моменту свого заснування у 1945 році пройшов кілька етапів зміни управлінських моделей – від жорстко централізованого управління до стратегічно орієнтованої та інноваційної системи освітнього менеджменту. Узагальнено, що новітні вимоги до підготовки фахівців та запити суспільства на якісну освіту зумовлюють необхідність переосмислення ролі управлінського компонента у вищій школі як чинника конкурентоспроможності країни в умовах глобалізації.

**Ключові слова:** освітній менеджмент, управління вищою освітою, історико-педагогічні засади, зміст управління, функції менеджменту, методологія дослідження, трансформація управління.

## ***I Вступ***

У сучасному світі освіта виступає ключовим соціальним інститутом, що безпосередньо реагує на трансформаційні процеси в суспільстві, економіці та культурі. Визначення її місця в цивілізаційному розвитку набуло багатовекторного трактування, однак незаперечним залишається факт її впливу на формування суспільної свідомості, інтелектуального та людського капіталу. Як зазначає футуролог Елвін Тофлер, у XXI столітті знання стає головним джерелом влади та конкурентної переваги [1]. Саме тому якість освіти є стратегічним чинником сталого розвитку українського суспільства, а її реформування тісно пов'язане з глобалізаційними викликами, євроінтеграційними прагненнями, технологічними інноваціями та потребами ринку. Формування ефективної системи управління вищою освітою неможливе без аналізу історико-педагогічних засад її становлення та розвитку. Історичний досвід управління освітніми процесами дозволяє осмислити джерела сучасних викликів, виявити прогресивні підходи минулого та сформувати підґрунтя для сучасних управлінських практик [2].

*Метою статті* є здійснення ретроспективного аналізу розвитку управлінської думки в галузі вищої освіти в Україні, для виявлення ключових тенденцій, парадигмальних зрушень та окреслення перспективних напрямів дослідження й удосконалення управлінської практики у сфері освітнього менеджменту.

## ***II Матеріал і методи дослідження***

Методологічний апарат дослідження сформовано відповідно до мети та теми роботи, що зумовило застосування комплексу загальнонаукових теоретичних методів і підходів. Зокрема, використано методи опису, аналізу, синтезу, порівняння, конкретизації та узагальнення для інтерпретації історичних фактів, визначення логіки становлення системи управління вищою освітою в Україні та виявлення її ключових закономірностей. У роботі також застосовано контент-аналіз наукових публікацій, присвячених еволюції освітнього менеджменту, з метою виявлення провідних ідей, наукових підходів та тенденцій розвитку управлінської думки у вищій школі. Теоретичну основу дослідження становлять положення сучасної методології наукового пізнання в галузі педагогіки, а також концепти дескриптивного, історико-ретроспективного та функціонального підходів. У контексті дослідження використано теоретичні напрацювання у сфері теорії освітніх систем, системного аналізу, педагогічного менеджменту, а також новітні положення сучасної теорії управління освітою.

## ***III Результати***

У науковій літературі система управління освітою здебільшого розглядається як складова частина загальної моделі державного управління, що функціонує відповідно до соціально-культурного, політичного та економічного контексту певної епохи. З позицій історико-педагогічного підходу управління

освітою постає як специфічна підсистема соціального управління, спрямована на забезпечення цілеспрямованого розвитку освітньої сфери через механізми координації, нормативно-правового регулювання, професійної підготовки управлінських кадрів та громадського впливу.

Формування системи управління освітнім процесом у вищій школі (рис. 1) є результатом тривалої еволюції управлінської думки, що розвивалася паралельно з розвитком суспільства. Менеджмент як наука зародився не одномоментно – його витoki сягають глибокої давнини, коли в умовах стародавніх цивілізацій (Єгипет, Шумер, Китай) формувалися перші організаційні практики з елементами планування, організації та контролю. Проте лише наприкінці XIX – на початку XX століття управління набуло статусу самостійної наукової дисципліни, що базується на теоретично осмислених принципах і підходах [3].

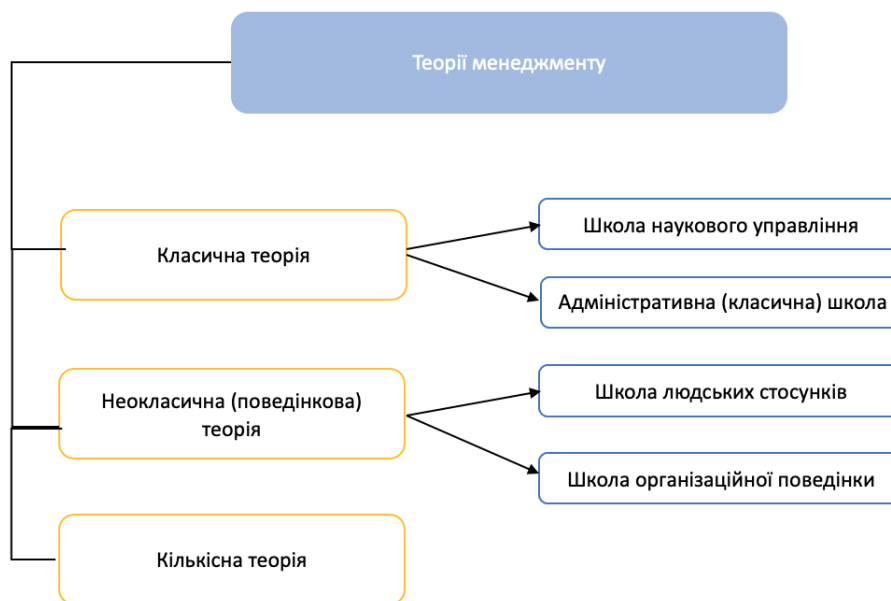


Рис. 1. Еволюції управління у вищій школі [15]

Індустріалізація, зростання масштабів виробництва, посилення конкуренції, урбанізація та науково-технічний прогрес у цей період створили передумови для переходу від інтуїтивного керівництва до професійного управління. Менеджмент почали розглядати як діяльність, що вимагає спеціальних знань, умінь і стратегічного мислення [4].

Серед перших теоретиків управління виокремлюється Р. Оуен, який наголошував на важливості гуманістичних засад у керуванні персоналом, що пізніше стане ключовим компонентом освітнього менеджменту. Ч. Беббідж, у свою чергу, заклав основи економічного обґрунтування управлінських рішень [5].

Фундаментальну роль у становленні наукового управління відіграв Ф. Тейлор, який запропонував концепцію наукової організації праці, спираючись на ефективність, стандартизацію та економію ресурсів [6; 7]. Ці ідеї лягли в основу класичної школи менеджменту, яку продовжив А. Файоль. Саме він сформулював універсальні функції управління (планування, організація, координація, контроль) і вперше запропонував функціональний підхід до аналізу управлінської діяльності [8; 9].

Ідеї Файоля мали значний вплив на розвиток управлінської думки у сфері освіти, адже його твердження про універсальність управлінських функцій дали підґрунтя для перенесення принципів менеджменту в контекст освітніх організацій. Послідовники класичної школи – Г. Емерсон, Л. Урвік, М. Вебер, Г. Форд – доповнили управлінську парадигму елементами соціології, психології, інженерії, заклавши основи міждисциплінарного бачення управління [10; 11; 12].

Національна традиція управління освітою довгий час формувалася під впливом радянської школи, де переважала модель жорсткої централізації. Управлінські функції асоціювалися передусім із контролем і директивним керівництвом, а термінологія орієнтувалася на «школознавство» й «керівництво», залишаючи поза увагою інноваційні аспекти управління [13]. Лише наприкінці XX століття в українському

педагогічному дискурсі починає формуватися поняття «освітній менеджмент», що сигналізувало про зрушення в бік сучасної парадигми управління, орієнтованої на ефективність, результативність, автономію та якість [14].

В українському науково-педагогічному дискурсі останніх десятиліть спостерігається зростання інтересу до проблем освітнього менеджменту, зокрема в контексті модернізації системи вищої освіти. Одним із ключових напрямів цього аналізу є дослідження співвідношення понять «управління» та «керівництво». Окремі вітчизняні науковці акцентують увагу на еволюції стратегічного підходу до освітнього управління. Зокрема, В. Олійник наголошує на необхідності формування нової моделі управлінської діяльності в освіті, яка має ґрунтуватися на характеристиках стратегічного управління – його циклічності, гнучкості, адаптивності, інформаційній насиченості та орієнтації на довготривалий результат. Учений трактує освіту як інформаційний феномен, розвиток якого потребує не лише адміністративних рішень, а й саморозвитку, підкріпленого якісною управлінською підтримкою [16].

На концептуальній єдності управлінської моделі, її структурній завершеності та функціональній керованості наполягає Л. Ващенко. Ефективність управління, за її висновками, визначається наявністю діагностичних механізмів, які дають змогу об'єктивно оцінити результативність управлінських впливів [17].

Ідеї адаптивного управління, які актуалізувалися у періоди реформування освітньої галузі, обґрунтовує Г. Сльникова. Вона трактує адаптивне управління як процес взаємодії суб'єктів на основі постійного пристосування управлінських рішень до змін середовища, що відбувається шляхом узгодження цілей, засобів і результатів у режимі діалогу [18]. Питання системності й технологічності управління розкриває В. Пікельна, яка наголошує на тому, що якісна трансформація освітньої установи як відкритої соціально-педагогічної системи можлива лише за умови побудови нових моделей управління, заснованих на глибокому розумінні причинно-наслідкових зв'язків і динаміки освітніх процесів.

Також актуальними залишаються позиції Д. В. Бондаря, який підкреслює важливість системного підходу в управлінні освітнім процесом, що передбачає синтез знань з педагогіки, управлінської теорії та аналітики освітнього середовища. Саме така інтеграція забезпечує перехід від емпіричних рішень до інноваційних управлінських технологій, здатних трансформувати систему вищої освіти відповідно до викликів часу. Так, Д. В. Бондар у співавторстві з Є. Машбицьем та іншими вченими обґрунтовує, що термін «управління» є ширшим і складнішим за поняття «керівництво», оскільки охоплює не лише міжособистісну взаємодію, а й технічні, інформаційні, комунікаційні та організаційні процеси, що супроводжують функціонування сучасних освітніх систем. Науковці наголошують на необхідності інтеграції як технократичних, так і соціально-психологічних чинників у сучасні управлінські моделі, що дозволяє підвищити ефективність взаємодії між усіма учасниками освітнього процесу [19; 20].

Сучасний підхід до управління університетом дедалі частіше пов'язується з розширенням професійного профілю керівника вищого навчального закладу. Л. І. Даниленко підкреслює, що на зміну суто адміністративним функціям приходить модель лідерства, в якій поєднуються стратегічне бачення, комунікаційна гнучкість, представницькі якості, аналітичне мислення та вміння будувати ефективну взаємодію із зацікавленими сторонами (стейкхолдерами). Вона акцентує увагу на необхідності формування демократичної культури управління, що ґрунтується на відкритості, залученні до ухвалення рішень, гнучкому реагуванні на зміни та розробленні місії як основи управлінської стратегії [21].

У дослідженні О. Галуса висвітлено значущість суб'єктної взаємодії в межах освітнього управління. Ефективність функціонування вищого навчального закладу значною мірою залежить від узгодженості дій адміністрації, викладачів, кураторів і студентства, що формує засади партнерської моделі управління. Т. Сорочан, аналізуючи професіоналізацію управлінської діяльності у післядипломній педагогічній освіті, доводить, що управлінський професіоналізм є результатом цілеспрямованого навчання і включає низку ключових компетентностей – функціональну, соціально-педагогічну, економічну, інноваційну та фасилітативну, які забезпечують ефективне керівництво в умовах змін [22].

Основним у системі управління вищої освіти є керування самим освітнім процесом, кадровим потенціалом, фінансами, матеріально-технічною базою та інформаційними ресурсами. Також важливим є забезпечення якості освіти, розвиток інновацій та стратегічне планування. Управління вищої освіти включає планування, організацію, мотивацію, контроль, а також прийняття управлінських рішень (табл. 1.).

Табл. 1. Складові системи управління вищої освіти

Управлінський напрям	Ключові завдання	Автори
Управління освітнім процесом	1. Планування програм і курсів 2. Організація розкладу, контролю 3. Інноваційні технології	Хміль Ф.І., Карамушка Л.М. [23, 24]
Управління кадровим потенціалом	1. Найм і розвиток персоналу 2. Мотивація та оцінювання	Антонюк О [25]
Управління фінансами	1. Бюджетування 2. Розподіл ресурсів 3. Фінансовий контроль	Мармаза О.І. [26]
Матеріально-технічне забезпечення	1. Обладнання, ремонт 2. Оптимізація ресурсів	Мазаракі А.А [27]
Інформаційні ресурси	1. ІТ-інфраструктура 2. Безпека даних 3. Доступ до ресурсів	Рябенко Є.М [28]
Стратегічне планування	1. Цілі та завдання 2. Оцінка ризиків 3. Стратегії розвитку	Головатий М.Ф [29]
Забезпечення якості освіти	1. Контроль якості 2. Збір фідбеку 3. Вдосконалення процесів	Концепція Нової української школи [30]
Розвиток інновацій	1. Дослідження та впровадження 2. Партнерства	Даниленко Л.І. [21]
Маркетинг та комунікації	1. Просування програм 2. Робота з абітурієнтами та випускниками	Товканець О.С [31]

Складові системи управління вищої освіти відіграють ключову роль у забезпеченні якості освіти та досягненні освітніх цілей. Ефективне управління всіма складовими дозволяє забезпечити конкурентоспроможність вищого навчального закладу та підготувати висококваліфікованих фахівців.

У сучасних умовах трансформації вищої освіти управління освітнім процесом набуває нових змістових характеристик, що спираються не лише на адміністративні функції, а й на здатність керівників і викладачів до педагогічної рефлексії, критичного аналізу та переосмислення власної діяльності. З огляду на історико-педагогічні засади розвитку системи управління вищою школою, важливо простежити, як від авторитарних, централізованих моделей управління поступово сформувалося розуміння необхідності саморефлексивного, гнучкого й інноваційного підходу в управлінні освітнім процесом [32].

У сучасному університетському середовищі педагог не лише застосовує готові методи, а й розробляє власні, виходячи з потреб студентів і цілей навчання. Це стало можливим завдяки накопиченому історичному досвіду, професійній підготовці та сформованій культурі педагогічного осмислення власної діяльності. Як засвідчує еволюція управлінської думки – від інтуїтивного керівництва в давніх освітніх формах до концептуально обґрунтованого менеджменту, – рефлексивний підхід стає ключовим у забезпеченні якості освітнього процесу.

Педагогічна рефлексія сьогодні розглядається як важливий чинник ефективного управління, особливо в умовах реформування вищої освіти. Університетські кафедри, факультети та адміністративні підрозділи дедалі частіше стикаються з необхідністю не просто впроваджувати інновації, а керувати ними на основі усвідомлення суперечностей і викликів, які постають у процесі освітньої діяльності. Такий підхід потребує залучення викладачів як повноправних суб'єктів управління, здатних не лише виконувати адміністративні інструкції, а й брати участь у формуванні стратегії розвитку освітніх програм, якості навчання, взаємодії зі здобувачами освіти [25].

Прикладом такої трансформації може слугувати Ужгородський національний університет, який з моменту свого заснування у 1945 році пройшов кілька етапів зміни управлінських моделей – від жорстко централізованого управління до стратегічно орієнтованої та інноваційної системи освітнього менеджменту. Зокрема, на сучасному етапі в УжНУ реалізуються принципи рефлексивного та адаптивного управління, що проявляється у розбудові внутрішньої системи забезпечення якості освіти, регулярному оновленні освітніх програм із залученням студентів і стейкхолдерів, а також запровадженні кафедрального мікроменеджменту. Окремі факультети (зокрема, факультет суспільних наук та

історичний факультет) впроваджують елементи самоменеджменту, що ґрунтується на критичному аналізі освітнього середовища, самооцінюванні та регулярній педагогічній рефлексії [33].

Кафедри як структурні одиниці університету починають функціонувати як осередки ініціативного управління: зокрема, впроваджується колегіальне планування навчального навантаження, відкриті формати обговорення навчальних курсів, вивчення освітніх запитів здобувачів, а також використовується практика кафедральних стратегічних сесій.

Управлінські рішення, як правило, супроводжуються рефлексивним компонентом: визначаються проблеми (конфлікти, бар'єри), прогнозуються наслідки змін, формуються рекомендації, адаптується зміст роботи кафедри до зовнішніх запитів (з боку студентів, ринку праці, державної політики у сфері освіти) [35].

У межах дослідження встановлено, що саме в періоди трансформації освітньої системи (особливо після 2014 та 2022 років) педагогічна рефлексія стала чинником управління змінами, а не лише засобом внутрішнього аналізу. Наприклад, реакція на воєнний стан включала перегляд навчальних планів, впровадження змішаного навчання, адаптацію оцінювання тощо – з урахуванням мікроаналізу викладачами змін в освітньому середовищі [34].

Таким чином, УжНУ підтверджує актуальність застосування моделі рефлексивного управління освітнім процесом у вищій школі, де акцент зміщується: з директивного контролю – на відкритий діалог; з ієрархічного керівництва – на колективну взаємодію; з нормативної жорсткості – на адаптивну гнучкість; з репродуктивного адміністрування – на інноваційне проєктування освітньої діяльності (рис. 2).



Рис. 2. Модель трансформації управління в УжНУ (1945–2025) (створено автором)

Відповідно до ретроспективного аналізу управлінських моделей, сучасна система управління вищою школою все більше орієнтується на опосередковане управління через підтримку креативного потенціалу викладачів, формування середовища для співтворчості, критичного мислення та постійного вдосконалення. Це свідчить про зміну парадигми: від зовнішнього контролю – до внутрішнього розвитку освітньої організації, де кожен викладач стає агентом змін [36].

Таким чином, сучасний освітній менеджмент у вищій школі розвивається у напрямі, закладеному ще в історико-педагогічному досвіді: поступова інтеграція особистісного чинника в систему управління, рефлексивна модернізація діяльності та зростання ролі індивідуального внеску в реалізацію інституційних змін.

#### **IV Обговорення**

Результати дослідження історико-педагогічних засад формування системи управління освітнім процесом у вищій школі свідчать про поступову зміну управлінської парадигми – від централізовано-адміністративної моделі до інноваційно-гуманістичної, орієнтованої на рефлексивний підхід і партнерську взаємодію. У цьому контексті ефективне управління в умовах сучасного університету все частіше ґрунтується не на зовнішньому контролі, а на усвідомленій внутрішній мотивації й залученні викладача до процесу змін. Аналізуючи етапи формування управлінських моделей у ретроспективному аспекті, можна зробити висновок, що сучасне освітнє середовище потребує технології управління, побудованої на рефлексії, діалозі та інноваційній діяльності педагогів. Дієва модель інноваційного управління вищою освітою передбачає, що стартовою точкою будь-яких трансформацій є усвідомлення суперечностей у функціонуванні освітньої системи. Керівник, як ініціатор змін, здійснює діагностику стану підрозділу, аналізує критичні позиції викладачів, сприяє формуванню перспектив розвитку та стимулює креативну педагогічну ініціативу. У цьому процесі надзвичайно важливим є залучення так званого викладача-критика – професіонала з високим рівнем інноваційної мотивації, рефлексії та творчого мислення.

Спільно з лідером освітніх змін такі викладачі формулюють нові вимоги до змісту освітніх програм, компетентностей студентів і кваліфікаційного рівня самого викладача. Управлінська діяльність у цьому підході стає процесом проектування змін, а не лише їх адміністрування. Варто зазначити, що модель управління освітнім процесом має тимчасовий характер, адаптується до особливостей конкретного підрозділу та змінюється відповідно до темпів технологічного розвитку й запитів суспільства [36].

Сучасний підхід передбачає ієрархію рівнів комунікації в колективі: від інформативного – де викладач усвідомлює розрив між існуючими діями та сучасними вимогами – до інтроспективного та конструктивного, коли в результаті глибокої рефлексії виникає нове бачення діяльності та бажання реалізувати її відповідно до оновлених цілей. Комунікація виступає ключовим механізмом у рефлексивному управлінні, адже саме вона дозволяє усвідомити й трансформувати суперечності, знайти прийнятну для всіх учасників модель взаємодії. Таким чином, у межах дослідження було доведено, що дієвим механізмом модернізації управління освітнім процесом у вищій школі є впровадження рефлексивного підходу, який уможливорює перехід від реактивного до проактивного управління, зосередженого на розвитку особистісного та професійного потенціалу педагогів. Такий підхід логічно продовжує історико-педагогічну традицію управлінського розвитку, де головним ресурсом змін виступає сам педагог як суб'єкт інновації, рефлексії та перетворення освітнього простору.

#### **V Висновки**

Історико-педагогічний аналіз засад формування системи управління освітнім процесом у вищій школі свідчить про поступовий перехід від авторитарно-адміністративної моделі до інноваційно-рефлексивної парадигми, яка базується на принципах партнерства, автономії, професійного зростання та стратегічного мислення. Сучасна система управління вищою освітою розглядається як багаторівнева структура, що поєднує технократичні, соціально-психологічні та гуманітарні чинники.

Ключовим чинником ефективного управління стає не лише організація процесів, а й залучення суб'єктів освітнього середовища до активного формування змін – через педагогічну рефлексію, інноваційну діяльність та співтворчість. Особливої ваги набуває здатність керівників вищої школи створювати умови для розвитку викладацького потенціалу, мотивувати до саморозвитку й адаптації до нових викликів.

Тому, ретроспективне вивчення дозволяє не лише осмислити шляхи становлення освітнього управління, а й визначити вектори його майбутньої модернізації в умовах трансформаційних процесів у вищій освіті України.

#### **Бібліографічні посилання**

1. Тоффлер, Е. Нова парадигма влади. Знання. Багатство. Сила. К. : АКТА, 2003. 687 с.
2. Олійник, В. В. Деякі концептуальні ідеї методології управління освітою. Теорія та методика управління освітою. 2010. Вип. 4. С. 1–13.
3. Шкільняк, М. М., Овсянюк-Бердадіна, О. Ф., Крисько, Ж. Л., Демків, І. О. Менеджмент : навч. посіб. Тернопіль : Крок, 2017. 252 с.

4. Стахів, О. Г., Явнюк, О. І., Волощук, В. В. Основи менеджменту : навч. посіб. Івано-Франківськ : Лілея-НВ, 2015. 336 с.
5. Менеджмент і адміністрування : у 2 ч. Ч. 1 : Історія менеджменту. Теорія організацій : навч. посіб. К. : Вид. дім «Персонал», 2017. 336 с.
6. Babbage, Ch. On the Economy of Machinery and Manufactures. Cambridge : Cambridge University Press, 2009. 343 p.
7. Овчиннікова, Т. В. Еволюція теорії менеджменту в українській економічній думці як пошук ефективних методів управління людською діяльністю. Електронний науковий архів Львівської політехніки. URL: [https://ena.lpnu.ua/bitstream/ntb/30372/1/Vis\\_570\\_Menedgment.%2047-52.pdf](https://ena.lpnu.ua/bitstream/ntb/30372/1/Vis_570_Menedgment.%2047-52.pdf) (дата звернення 16.08.2025).
8. Файоль, А. Загальне і промислове управління. URL: <http://gtmarket.ua/laboratory/basis/5783> (дата звернення 16.08.2025).
9. Рувльєв, В. А., Гуткевич, С. О. Менеджмент : навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2011. 312 с.
10. Emerson, H. The Twelve Principles of Efficiency. New York : The Engineering Magazine, 1912. 423 p.
11. Форд, Г. Моє життя та робота. К. : Наш Формат, 2015. 344 с.
12. Аркатов, Ю. М. Аналіз і математичне моделювання елементів освітнього процесу. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції: Підготовка кадрів з управління якістю. Одеса, 2019. С. 7–9.
13. Bovill, C., Cook-Sather, A., Felten, P., Millard, L., Moore-Cherry, N. Addressing potential challenges in co-creating learning and teaching: overcoming resistance, navigating institutional norms and ensuring inclusivity in student–staff partnerships. Higher Education. 2016. Vol. 71(2). P. 195–208. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-015-9896-4>.
14. Старостіна, А., Кравченко, В., Названова, Л. Використання інтелектуальної власності вчених університету в концепції відкритих інновацій: можливості та ризики для України // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2013. № 144. С. 47–51. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2013/144-3/15>.
15. Еволюція теорії та практики менеджменту : конспект. Дистанційне навчання КФК СумДУ. URL: <https://dl.kpt.sumdu.edu.ua/mod/book/view.php?id=1521&chapterid=169> (дата звернення 16.08.2025).
16. Супрун, А., Новицька, К. Інновації та креативність як основа змін освітньої парадигми. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Гуманітарні науки. 2015. № 228. С. 97–102.
17. Ващенко, Н. В. Обґрунтування концепції управління розвитком підприємства. Академічний огляд. 2014. № 1. С. 94.
18. Сльникова, Г. В., Блізниченко, Г. С. Адаптивне управління якістю професійної діяльності персоналу. Адаптивне управління: теорія і практика. Економіка. 2019. Вип. 6. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/admthp\\_2019\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/admthp_2019_6_5) (дата звернення 16.08.2025).
19. Бондар, Д. В. Підготовка управлінського персоналу – головна мета державноуправлінської освіти. Теорія та практика державного управління. 2013. Вип. 2. С. 278–283. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Trpu\\_2013\\_2\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Trpu_2013_2_41) (дата звернення 18.08.2025).
20. Основи управління у вищій школі. Специфіка професійно-педагогічної діяльності викладача вищої школи. Лекція 2. URL: [https://pedagogy-h.blogspot.com/2013/10/5.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://pedagogy-h.blogspot.com/2013/10/5.html?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення 18.08.2025).
21. Островерхова, Н. М., Даниленко, Л. І. Ефективність управління загальноосвітньою школою: соціально-педагогічний аспект. К. : Школяр, 1995. 159 с.
22. Сорочан, Т. М. Управління інфраструктурою навчального закладу. Theory and methods of educational management. 2016. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tmuo\\_2016\\_2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tmuo_2016_2_12) (дата звернення 20.08.2025).
23. Хміль, Ф. І. Основи менеджменту. К. : Академвидав, 2007. 576 с.
24. Карамушка, Л. М. Психологія освітнього менеджменту. К. : Либідь, 2004. 278 с.
25. Антонюк, О. Менеджмент в освітянській сфері: концептуальні засади. Персонал. 2006. № 10. С. 58–65.
26. Мармаза, О. І. Інноваційні підходи до управління навчальним закладом. Харків : Основа, 2014. 240 с.
27. Основи менеджменту ; за ред. А. А. Мазараки. Харків : Фоліо, 2014. 846 с.
28. Рябенко, Є. М. Філософія освітнього менеджменту: виклики глобалізації. Гілея. 2013. Вип. 68. URL: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Gileya/2013\\_68/Gileya68/F54\\_doc.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Gileya/2013_68/Gileya68/F54_doc.pdf) (дата звернення 20.08.2025).
29. Головатий, М. Ф. Освіта України: зупинитися і оглянутися. Болонський процес: перспективи і розвиток у контексті інтеграції України в європейський простір вищої освіти : монографія ; за ред. В. М. Бебика. К. : МАУП, 2004. С. 22–28.
30. Концепція Нової української школи. URL: [www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainkashkola-compressed.pdf](http://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainkashkola-compressed.pdf) (дата звернення 20.08.2025).
31. Товканець, О. С. Освітній менеджмент як філософія соціального управління. Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія : Педагогічні науки. 2018. Вип. 167. С. 98–101.
32. Ridey, N. M., Shofolov, D. L. Analysis of the scientific well-being of teachers in the formation of professional competence in management. Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference: Modern Postgraduate Education: Traditions and Innovations. 2015. P. 40–42.
33. Джуган, Р. І., Кацьора, О. В. Менеджмент соціальної роботи у громаді : метод. рекомендації до курсу. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2024. 43 с.
34. Ужгородський національний університет. Про університет. URL: [https://www.uzhnu.edu.ua/uk/cat/university-about\\_us](https://www.uzhnu.edu.ua/uk/cat/university-about_us) (дата звернення 22.08.2025).
35. Management by processes vs. functional management. URL: <https://blog.wearedrew.co/en/management-by-processes-vs-functional-management> (дата звернення 22.08.2025).
36. Основи менеджменту: конспект лекцій : навч. посіб. для студентів спец. 073 «Менеджмент» освітньо-професійної програми «Менеджмент і бізнес-адміністрування». КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. В. Лазоренко, С. О. Пермінова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 166 с.

## References

1. Toffler, E. (2003). *Nova paradyhma vlady: Znannia. Bahatstvo. Syl'a* (N. Bordukova, Trans.). AKTA.
2. Oliinyk, V. V. (2010). *Deiaki kontseptualni idei metodolohii upravlinnia osvitoiu* [Some conceptual ideas of the methodology of education management]. *Teoriia ta metodyka upravlinnia osvitoiu*, (4), 1–13.
3. Shkilniak, M. M., Ovsianuk-Berdadina, O. F., Kryssko, Zh. L., & Demkiv, I. O. (2017). *Menedzhment: Navchalnyi posibnyk* [Management: Textbook]. KROK.
4. Stakhiv, O. H., Yavniuk, O. I., & Voloshchuk, V. V. (2015). *Osnovy menedzhmentu: Navchalnyi posibnyk* [Fundamentals of management: Textbook] (M. H. Boiko, Ed.). Lileia-NV.
5. *Menedzhment i administruvannia. Part 1: Istoriia menedzhmentu. Teoriia orhanizatsii* [Management and administration. Part 1: History of management. Organization theory]. (2017). Personal Publishing House.
6. Babbage, C. (2009). *On the economy of machinery and manufactures*. Cambridge University Press.
7. Ovchynnikova, T. V. (n.d.). *Evolutsiia teorii menedzhmentu v ukrainskii ekonomichnii dumtsi* [Evolution of management theory in Ukrainian economic thought]. *Electronic Scientific Archive of Lviv Polytechnic*. [https://ena.lpnu.ua/bitstream/ntb/30372/1/Vis\\_570\\_Menedgment.%2047-52.pdf](https://ena.lpnu.ua/bitstream/ntb/30372/1/Vis_570_Menedgment.%2047-52.pdf)
8. Fayol, A. (n.d.). *Zahalne i promyslove upravlinnia* [General and industrial management]. <http://gtmarket.ua/laboratory/basis/5783>
9. Ruliev, V. A., & Hutkevych, S. O. (2011). *Menedzhment: Navchalnyi posibnyk* [Management: Textbook]. Tsentralna uchbovna literatura.
10. Emerson, H. (1912). *The twelve principles of efficiency*. *The Engineering Magazine*.
11. Ford, H. (2015). *Moie zhyttia ta robota* (U. Dzhaman, Trans.). Nash Format.
12. Arkatov, Yu. M. (2019). *Analiz i matematychni modeliuvannia elementiv osvitnoho protsesu*. In *Materialy Vseukrainskoi naukovi konferentsii "Pidgotovka kadrov z upravlinnia yakistiu"* (pp. 7–9). Odesa, Ukraine.
13. Bovill, C., Cook-Sather, A., Felten, P., Millard, L., & Moore-Cherry, N. (2016). *Addressing potential challenges in co-creating learning and teaching: Overcoming resistance, navigating institutional norms and ensuring inclusivity in student–staff partnerships*. *Higher Education*, 71(2), 195–208. <https://doi.org/10.1007/s10734-015-9896-4>
14. Starostina, A., Kravchenko, V., & Nazvanova, L. (2013). *Vykorystannia intelektualnoi vlasnosti vchenykh universytetu v kontseptsii vidkrytykh innovatsii: Mozhlyvosti ta ryzyky dlia Ukrainy*. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Ekonomika*, 144, 47–51. <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2013/144-3/15>
15. *Sumy State University*. (n.d.). *Evolutsiia teorii ta praktyky menedzhmentu: Konspekt* [Evolution of the theory and practice of management: Summary]. <https://dl.kpt.sumdu.edu.ua/mod/book/view.php?id=1521&chapterid=169>
16. Suprun, A., & Novytska, K. (2015). *Innovatsii ta kreatyvni yak osnova zmin osvitnoi paradyhmy*. *Naukovi visnyk NUBiP Ukrainy. Seria: Humanitarni nauky*, 228, 97–102.
17. Vashchenko, N. V. (2014). *Obhruntuvannia kontseptsii upravlinnia rozvytkom pidpriemstva*. *Akademichnyi ohliad*, 1, 94.
18. Yelnykova, H. V., & Bliznychenko, H. S. (2019). *Adaptyvne upravlinnia yakistiu profesiinoi diialnosti personalu*. *Adaptyvne upravlinnia: teoriia i praktyka. Ekonomika*, 6. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/admthp\\_2019\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/admthp_2019_6_5)
19. Bondar, D. V. (2013). *Pidhotovka upravlinskoho personalu – holovna meta derzhavno-upravlinskoi osvity*. *Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia*, 2, 278–283. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpdu\\_2013\\_2\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpdu_2013_2_41)
20. *Osnovy upravlinnia u vyshchii shkoli. Spetsyfika profesiino-pedahohichnoi diialnosti vykladacha vyshchoi shkoly: Lektsiia 2*. (2013). <https://pedagogy-h.blogspot.com/2013/10/5.html>
21. Ostroverkova, N. M., & Danylenko, L. I. (1995). *Efektivnist upravlinnia zahalnoosvitnoiu shkoloiu: Sotsialno-pedahohichni aspekti*. *Shkoliar*.
22. Sorochan, T. M. (2016). *Upravlinnia infrastrukturoiu navchalnoho zakladu*. *Theory and Methods of Educational Management*, 2. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tmuo\\_2016\\_2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tmuo_2016_2_12)
23. Khmil, F. I. (2007). *Osnovy menedzhmentu*. *Akademvydav*.
24. Karamushka, L. M. (2004). *Psykholohiia osvitnoho menedzhmentu*. *Lybid*.
25. Antoniuk, O. (2006). *Menedzhment v osvitianskii sferi: Kontseptualni zasady*. *Personal*, 10, 58–65.
26. Marmaza, O. I. (2014). *Innovatsiini pidkhody do upravlinnia navchalnym zakladom*. *Osnova*.
27. Mazaraki, A. A. (Ed.). (2014). *Osnovy menedzhmentu*. *Folio*.
28. Riabenko, Ye. M. (2013). *Filosofiia osvitnoho menedzhmentu: Vykyky hlobalizatsii*. *Hileia*, 68. [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Gileya/2013\\_68/Gileya68/F54\\_doc.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Gileya/2013_68/Gileya68/F54_doc.pdf)
29. Holovaty, M. F. (2004). *Osvita Ukrainy: Zupynytyisia i ohliadnutysia*. In V. M. Bebyk (Ed.), *Bolonskyi protses: perspektyvy i rozvytok u konteksti intehratsii Ukrainy v yevropeyskyi prostir vyshchoi osvity* (pp. 22–28). MAUP.
30. *Cabinet of Ministers of Ukraine*. (n.d.). *Kontseptsiiia Novoi Ukrainkoi Shkoly* [Concept of the New Ukrainian School]. <https://www.kmu.gov.ua>
31. Tovkanets, O. S. (2018). *Osvitnii menedzhment yak filosofiia sotsialnoho upravlinnia*. *Naukovi zapysky Tsentralnoukrainskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Seria: Pedahohichni nauky*, 167, 98–101.
32. Ridey, N. M., & Shofolov, D. L. (2015). *Analysis of the scientific well-being of teachers in the formation of professional competence in management*. In *Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference: Modern Postgraduate Education: Traditions and Innovations* (pp. 40–42).
33. Dzhuhan, R. I., & Katsiora, O. V. (2024). *Menedzhment sotsialnoi roboty u hromadi: Metodychni rekomendatsii do kursu*. DVNZ "UzhNU".
34. *Uzhhorod National University*. (2025). *Pro universytet* [About the University]. [https://www.uzhnu.edu.ua/uk/cat/university-about\\_us](https://www.uzhnu.edu.ua/uk/cat/university-about_us)
35. *WeAreDrew.co*. (n.d.). *Management by processes vs. functional management*. <https://blog.wearadrew.co/en/management-by-processes-vs-functional-management>
36. Lazorenko, T. V., & Perminova, S. O. (2021). *Osnovy menedzhmentu: Konspekt lektsii*. KPI im. Ihoria Sikorskoho.



**Райчук Вікторія Анатоліївна.**

Аспірантка кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи,  
Ужгородський національний університет,  
вул. Університетська, 14 Ужгород, Закарпатська область, 88000.  
E-mail: viktoriia.rainchuk@uzhnu.edu.ua

---

**Rainchuk Viktoriia Anatoliivna.**

PhD Student of the Department of General Pedagogy and High School Pedagogy  
Uzhhorod National University,  
Universytetska Street, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Region, 88000.  
E-mail: viktoriia.rainchuk@uzhnu.edu.ua

---

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0124-4798>



**Гаврик В'ячеслав Євгенович.**

Аспірант кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи,  
Ужгородський національний університет,  
вул. Університетська, 14 Ужгород, Закарпатська область, 88000.  
E-mail: viacheslav.havryk@uzhnu.edu.ua

---

**Havryk Viacheslav Yevhenovych.**

PhD Student of the Department of General Pedagogy and High School Pedagogy,  
Uzhhorod National University,  
Universytetska Street, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Region, 88000.  
E-mail: viacheslav.havryk@uzhnu.edu.ua

---

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7927-4438>



**Опачко Магдаліна Василівна.**

Доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи,  
Ужгородський національний університет,  
вул. Університетська, 14 Ужгород, Закарпатська область, 88000.  
E-mail: magdalena.opachko@uzhnu.edu.ua

---

**Opachko Mahdalyna Vasylivna.**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of General Pedagogy and High School Pedagogy,  
Uzhhorod National University,  
Universytetska Street, 14, Uzhhorod, Zakarpattia Region, 88000.  
E-mail: magdalena.opachko@uzhnu.edu.ua

---

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0494-6883>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/FPH-4797-2022>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57383114700>

**Citation (APA):**

Rainchuk, V., Havryk, V., Opachko, M. (2025). Research into The Historical and Pedagogical Foundations of The Formation of The Educational Process Management System in Higher Education in A Retrospective Aspect. Engineering and Educational Technologies, 13 (3), 51–60. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.05>

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):**

Райчук В. А., Гаврик В. Є., Опачко М. В. Дослідження історико-педагогічних засад формування системи управління освітнім процесом у вищій школі в ретроспективному аспекті / Інженерні та освітні технології. 2025. Т. 13. № 3. С. 51–60. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2025.13.03.05>

**Обсяг статті:** сторінок – 10 ; умовних друк. аркушів – 1,448.

**LIST OF AUTHORS**

<b>D</b>	
Datsenko, V.....	42
<b>H</b>	
Havryk, V.....	51
Hryn, B. ....	17
<b>K</b>	
Khobotova, E.....	42
Kohdas, M. ....	30
<b>O</b>	
Oksanysh, I. ....	17
Opachko, M.....	51
<b>R</b>	
Rainchuk, V.....	51
<b>U</b>	
Utsa, M.....	30
<b>V</b>	
Vasylyshyna, N. ....	7

**ПЕРЕЛІК АВТОРІВ**

<b>В</b>	
Василишина Н. М.....	7
<b>Г</b>	
Гаврик В. Є. ....	51
Гринь Б. С.....	17
<b>Д</b>	
Даценко В. В.....	42
<b>К</b>	
Когдась М. Г. ....	30
<b>О</b>	
Оксанич І. Г. ....	17
Опачко М. В.....	51
<b>Р</b>	
Раїнчук В. А. ....	51
<b>У</b>	
Уца М. О. ....	30
<b>Х</b>	
Хоботова Е. Б.....	42

**Технічний редактор:** Істоміна Н. М., доц.

**Technical Editor:** N. Istomina, Associate Professor

## ВИХІДНІ ВІДОМОСТІ

<b>Назва видання:</b>	Інженерні та освітні технології	<b>Serial title (transliterated):</b>	Inzhenerni ta osvichni tekhnolohii
		<b>English title:</b>	Engineering and Educational Technologies
<b>ISSN:</b>	2307-9770	<b>ISSN:</b>	2307-9770
<b>DOI:</b>	10.32782/2307-9770	<b>DOI:</b>	10.32782/2307-9770
<b>Заснований:</b>	Лютий, 2013	<b>Founded in:</b>	February, 2013
<b>Засновник:</b>	Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (КрНУ)	<b>Founders(s):</b>	Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University (KrNU)
<b>Мова видання:</b>	українська, англійська (змішаними мовами)	<b>Languages:</b>	Ukrainian, English
<b>Періодичність:</b>	4 рази на рік	<b>Frequency:</b>	Irregular (4 issues per year)
<b>Галузь науки:</b>	Педагогічні 011 Освітні, педагогічні науки	<b>Subject areas:</b>	Social Sciences
<b>Адреса редакції:</b>	Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, к. 2301, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600	<b>Office Address:</b>	Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University, room 2301, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600
<b>Телефон:</b>	(+38) 0686420023; (+38) 05366 31147	<b>Phone:</b>	(+38) 0686420023; (+38) 05366 31147
<b>E-mail:</b>	eetecs.journal@gmail.com	<b>E-mail:</b>	eetecs.journal@gmail.com
<b>Офіційний сайт:</b>	<a href="http://eetecs.kdu.edu.ua">http://eetecs.kdu.edu.ua</a>	<b>Official site:</b>	<a href="http://eetecs.kdu.edu.ua">http://eetecs.kdu.edu.ua</a>

Підписано до видання 30.09.2025.  
Умов. друк. аркушів 9,0.